

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA ESTUDIO EN
EL USO DE TELÉFONOS INTELIGENTES POR USUARIOS
INVIDENTES

Autor: Álvaro Sanz Cano

Tutor: Marco Romano

Leganés, 23 de Septiembre de 2014

Diseño y desarrollo de aplicación para estudio en el uso de teléfonos inteligentes por usuarios invidentes

Tribunal

Título: Diseño y desarrollo de aplicación para estudio en el uso de teléfonos inteligentes por usuarios invidentes.

Autor: Álvaro Sanz Cano

Director: Marco Romano

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Trabajo Fin de Grado el día _____ de
_____ de 20_____ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la
Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la calificación de:

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

Me gustaría reconocer a todas las personas que a lo largo de la realización de este trabajo de fin grado me han ayudado a su realización, con su apoyo, colaboración, ánimo y apoyo a lo largo de todo el proyecto, más concretamente:

A los expertos tiflotécnicos de la fundación ONCE, en concreto a M^º José por ser una gran profesional, por la gran ilusión que tiene, el apoyo para la realización del estudio y por trabajar cada día por mejorar la vida de las personas invidentes.

A la ONCE, por trabajar para mejorar la vida de los discapacitados y por facilitar los medios necesarios para la realización del estudio.

A mi tío, Áureo Sanz, por poner los puentes para poder pasar algunas de las barreras que han surgido durante el proyecto.

A mi familia, en concreto a mis padres, Luis y Carmen, por tener que soportar la pesadilla de tenerme en casa trabajando y sobre todo a mi hermano, Sergio, por estar a mi lado y poner todos los medios disponibles a mi disposición.

A Rocío, por escucharme cuando no sabía ni de qué la hablaba, por leer algo que ni siquiera entiende, y aun así darme los consejos acertados en cada momento.

Y por último y no menos importante, a mi tutor, Marco Romano, por guiarme a lo largo de la realización de todo el proyecto, por su fuente inagotable de conocimiento y por su paciencia y buen hacer.

Mi familia, y sobretodo, mis padres, Luis Sanz y M^a del Carmen Cano, por darme su apoyo no sólo con este trabajo de fin de grado y por animarme a mejorar un poco más cada día.

Resumen

El avance de la tecnología en las últimas décadas ha sido vertiginoso, propiciando que los dispositivos cada vez sean más potentes, en menos espacio y a menor coste. Por ello, no es de extrañar que las ventas de dispositivos crecieran de forma espectacular, primero con los ordenadores personales y luego con todo tipo de dispositivos, PDA's, tabletas, móviles, móviles inteligentes, etcétera.

La aparición de internet y su expansión a nivel global junto con la facilidad de acceso a las nuevas tecnologías ha transformado la sociedad hasta el punto de considerar un cambio a una nueva era, la era de la información.

El acceso libre a gran cantidad de información ha propiciado que en muchos sentidos la sociedad tome mayor conciencia de muchos problemas que antes desconocía. Gracias a esta mayor conciencia se han conseguido alcanzar algunos logros de gran importancia, como por ejemplo, la regulación y el reconocimiento de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal para las personas con discapacidad.

Dentro de esta regulación, cabe destacar el reglamento sobre el acceso de personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información. El reconocimiento y regulación de estos aspectos han sido la base para la realización del presente trabajo.

La extensión y aceptación de los móviles inteligentes como herramienta del día a día, con pantallas táctiles totalmente lisas, ha permitido que se enriquezca la interacción en gran medida debido a las infinitas posibilidades que permiten, pero también ha supuesto una barrera de uso para algunos usuarios, como por ejemplo, un usuario invidente. Cuando la principal guía y forma de interacción con un dispositivo es el tacto, la falta de referencia es un gran impedimento.

En el presente trabajo se busca tener mayor conocimiento sobre cómo un usuario ciego usa un móvil inteligente, qué barreras encuentra y que preferencias tiene en su uso, para ello, en el presente documento se tratará desde el diseño del estudio y las entrevistas realizadas para comenzar a recopilar información, hasta el diseño y desarrollo de las aplicaciones necesarias para llevarlo a cabo.

Abstract

Introduction

Since the second half of the eighteenth century the industrial revolution began, had not returned to be a drastic change that will shape society and it was important enough to make a separation between two eras.

In the twentieth century humanity have produced some of the greatest inventions that have triggered a frantic progress, moving from the industrial age to the age of technology and information. Perhaps one of the saddest reasons for this proliferation of inventions and scientific advances are wars and the considerable investment that the countries that are involved in them do to gain advantage over the enemy.

Thus, electronic computing, radio, radar and sound recording are some of the key technologies that subsequently facilitated the emergence of telephone, fax and magnetic data storage, inventions used today by everyone.

But if an invention must be emphasized above all is the personal computer, or PC for its acronym in English. Although the first personal computer was the Programma 101, made by the Italian company Olivetti in the mid-sixties, it was not until the eighties that computers were slowly coming into society until the early nineties to increase its power dramatically and began to be affordable for the general public.

If we look at the statistics, in Table 1 are, we see how clearly increased sales of computers:

	1975	2000	2010
Número de ordenadores vendidos a nivel mundial	50.000	134.7 Millones	346.2 Millones

Table 1 – Computer sales data

The rapid advancement of technology is a major cause of this increase in sales, more power is achieved in less space and at lower cost. The personal computers that we have at home today is comparable to supercomputers used ten years ago, but in much less space and no longer limited to a mere calculation tool or a text processors, you can play with, see the newspaper, make an appointment at the doctor's and endless possibilities

If we put all these advances, smaller size, higher power and reduced costs, another key is the invention of the mobile phone, who made their first appearances for the general public around the 70s, with the creation of the first automatic network trading, the NTT, if we combine the personal computer with the mobile phone we have the smartphone.

Along with the computer, the Smartphone is definitely the invention of the century, he got with anyone in your pocket could carry a PDA, a camera, an alarm clock, a calculator, GPS, media player and a catalog of functions that grows daily.

If computer sales were spectacular, smartphone sales are more, and in fact, in 2011 already surpassed the pc in number of sales significantly, as we can see in Figure X:

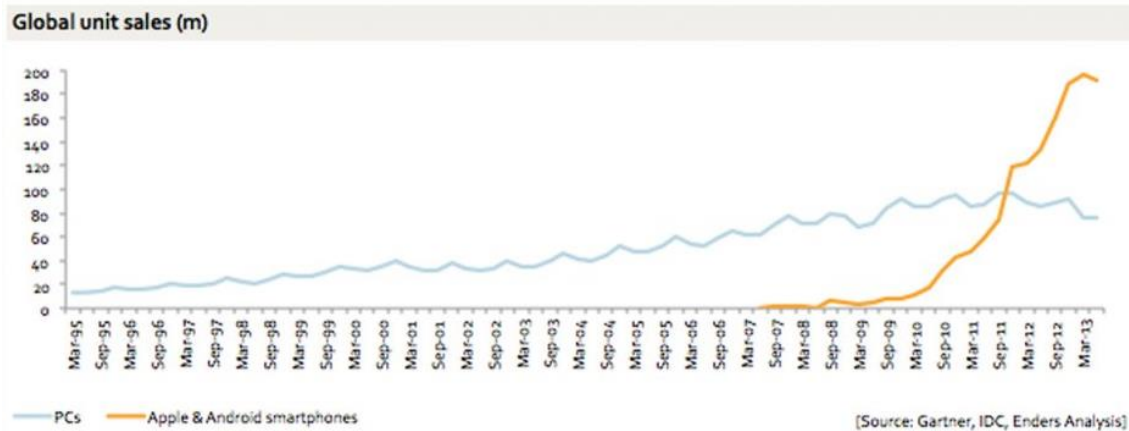


Figure 1 - Sales of computers vs sales of smartphones

And if something has being developed and implemented so spectacular because smartphones are touch screens, from resistive screens, that only detect a finger at the beginning, to the current capacitive screens that supports multi touch.

This great development of touchscreens is not limited to mobile, it is extended to all kinds of devices: tablets, PDAs, laptops, big screens... Touchscreens has become mainstream, mainly in portable devices, because the union of input and output as a big plus, useful for both reduce size and reduce weight.

So, with a touch of one or more fingers we can perform many actions on the screen and see what happens while we play. However, this poses a problem, to receive feedback from the device we have to see the screen, so if we are in a dark room for example we could not use it.

Soon this was not a problem, backlit displays allow us to use it in the dark and see what was happening as we interacted with the phone, but so what happens to people who do not see, like those who are blind, how do they do to interact with a mobile touchscreen without seeing the screen?

For years the access of blind people to this technology was delayed, still have touchscreen mobile phones and mobile with buttons, but gradually touchscreen mobile moved away mobile with buttons, being now a technology of the past, however still not had solutions for blind people.

Despite all this, governments have always tried to facilitate the integration into society of people with disabilities, so that the regulatory framework quickly adapted to the new needs and universal access to information has been regulated.

We are going to make a quick review of the main laws and regulations of Spain that have in mind disabled people, specifically visually impaired and blind people, and guaranteed the equality on accessibility to new technologies, recognized the rights of persons with disabilities and works for the integration and the improvement of the quality of life for disabled person through the recognition of his rights and the promotion of accessibility standards.

Regulatory Framework

The government of Spain, and often expanding European standards, has worked to help accessibility, integration and improvement of life quality to people with disabilities to achieve greater autonomy.

These laws seek to regulate some aspects, which for common sense sometimes should be obvious, that help people with disabilities to live everyday as normal, but keep in mind that they are not the only beneficiaries, often these improvements positively affect many other sectors that are not only for disabled.

Thus, in Spain we have the Royal Legislative Decree 1/2013, of 29 November, in which they approved the Consolidated Text of the General Law on the Rights of Persons with Disabilities and its social inclusion and the law 26/2011, of 1 August, that adapts to the regulations of the International Convention about the Rights of Persons with Disabilities.

These regulations are often expanded regionally, having a large number of laws, both at European, national and regional level. As already mentioned above, the great changes experienced in society have made is a change of era, in this case the information age, and regulation was also adapted to this change.

Undoubtedly one of the most important laws on the issue we are addressing is 1494/2007 Royal Decree of November 12, which approves the Regulation on access for disabled people to technologies, products and services related to information society and media services.

We can add to this Royal Decree several laws that settle a number of basic principles, the Law 51/2003, of December 2, equal opportunity, non-discrimination and universal accessibility for persons with disabilities, that gives a two-year period for the government to set the basic conditions of accessibility and non-discrimination for access to and use of technologies, products and services related to information society and any social media.

Along the same line, the Law 34/2002, of 11 July, of service information society and electronic commerce, obliges administrations prior to December 31, 2005 to take the necessary measures to make accessible to elderly and disabled the information available on their Internet pages, also states that government should promote the adoption of accessibility standards by service providers and manufacturers of equipment and software computer to facilitate access by elderly or disabled people to digital content.

All this legislation is aimed at universal accessibility and design for all. All these laws can be supplemented with accessibility criteria applicable to websites, internationally collected in Web Accessibility Initiative and the World Wide Web Consortium in the form of certain commonly accepted guidelines.

In Table 2, we can see a compilation of the main laws shown above.

Ley	Año	Propósito
Ley 34/2002	2002	Web de administraciones públicas accesibles y promoción de normas de accesibilidad para prestadores de servicios y fabricantes.
Ley 51/2003	2003	Igual de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal para las personas con discapacidad
Real Decreto 1494/2007	2007	Reglamento sobre el acceso de personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información
Ley 26/2011	2011	Adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad
Real Decreto Legislativo 1/2013	2013	Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad.

Table 2 – Legislation summary

Context

Having seen the technological situation, with the advancement of smartphones and the adoption of the touch screen as the primary interface for interaction and regulation that sets universal access and design for all, it is normal to start working on solutions aimed at achieving these objectives.

The first step before you start designing for all, and in this case specifically for the blind, is to know how do they interact with the touch screen and the differences from a sighted person, in the manner of use and the performance of a same gesture, preferences and choice of these gestures.

Already mentioned before was one of the problems of designing applications for touch screens for blind lies in the variety of screen sizes. It is logical that interact with a touch screen of 19" that will need to be fixed, and depending on whether it is horizontal or vertical should be used differently, should differ to interact with a screen of 4" or 5" that has a mobile. For sure it should not be the same.

Therefore, studies are beginning to realize how blind people interact with touch screens and thus achieve greater knowledge to design accessible applications. "Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance" is a first step to better understand how blind users interact with touch screens.

In this study ten users and ten blind sighted performs two experiments, in the first one the users choose gestures for a list of predefined actions and then the experimentalist compare the blind ones with the sighted ones in search of significant difference in the type of gestures chosen and some particularities.

The second experiment compare the performance of predefined gestures in search of differences in the way that sighted and visually impaired performs some given gestures, with some conclusions, like the time of performance, almost double for a blind person compared from the same gesture of a sighted person, the number of strokes, significantly greater for blind, or the curvature and performance of forms for the visually impaired.

The whole study is an intensive work that forms the basis and gives the necessary guides to start designing for touchscreens and make it accessible for the blind.

However, the experiments were done on a tablet of 10", leaving a void in the study of the interaction of smaller screens like a mobile screen, which generally tend not to exceed 5". Besides having a smaller screen which can vary in how to use it, you can handle a mobile with one hand and use it meanwhile, while in larger screen such a tablet should be complicated to do everything with one hand. A smartphone also increases the chances interaction for a blind person, because it has a large number of sensors: accelerometer, gyroscope, compass, proximity sensor...

Exploiting these sensors can allow a person to interact with the phone without touching the screen, only moving it from side to side or turning up or down. So it's necessary to expand the range of this experiment, and redo it with a smartphone, that has a smaller screen and smaller overall size and allows to make other kind of gestures for the interaction like motion gestures.

Looking the results of another study with touchscreens, "The Framy User Interface for Visually-Impaired Users" published on September 2011 by Gabriele Di Chiara, Luca Paolino, Marco Romano, Monica Sebillio, Genny Tortora and Giuliana Vitiello, we can concluded that blinded users don't have any problem to interact with a touch screen if there is a well-designed gesture based interface.

In this study a prototype of gesture based interfaced was designed and adapted to blinded users for being evaluated by test. The test revealed that the application should have states, and in function of the state interpret the gesture performed, there is also a need of give sound feedback while the blind users interact with the application, or tactile feedback, in form of vibrations.

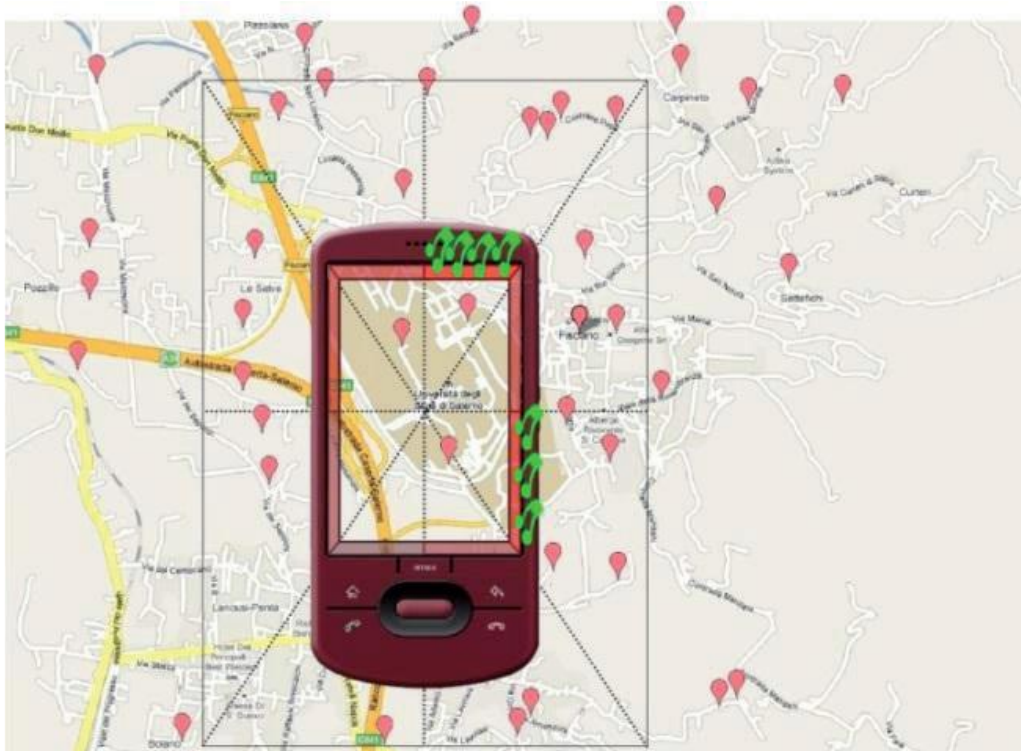


Figure 2 - Framy visual and audio feedback for off-screen features

Problem Description

Touchscreen mobiles have been imposed and have permanently relegated to the sidelines “buttons” mobiles. Touch screen has become mainstream and during the first years the accessibility for a blind user was zero.

The legislation was adapted to the technological age, and decreed equality in access to information and technology. Once the legislation took account of disabled people was only the work of the designers to start making touch screens accessible to blind users, to try to solve the main problem, the lack of tactile references.

They began performing studies as performed in "Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance", but was performed on a touch screen of 10" from a tablet, provides a basis for further studies, but don't consider smaller screens, which predominate in devices such as mobile phones.

The screen of a mobile are usually around 5", and the device itself is not much larger than that size and can be used with one hand, which changes from the way you interact with a tablet. In addition, its small size and large number of sensors allows to make motion gestures, which involves moving the phone to interact with it.

In "The Framy User Interface for Visually-Impaired Users" is shown as blind users can interact seamlessly with touch screens and advanced applications, but need a well-designed interface based on gestures.

Problem

The problem is that blind users based interaction and are used to interact using touch sense, ergo, touching the physical objects and being guided by the forms and landmarks. While the phone itself can be targeted to see if it is caught properly by touching buttons and forms, the touch screen don't allow it because it is all flat and has no reference points.

It's necessary to overcome the lack of tactile references redesigning the interface and the way the smartphone it's used by a sighted persons, giving alternative feedback, using sound feedback with sound effects or speech synthesizers, or tactile feedback with the vibrations of the phone.

But first, until start redesigning and changing the way the smartphones gives de feedback information, we should have greater knowledge about how they interact and use the smartphone, ergo, how they performs the gestures on the touch screen and how they perform motion gestures and their preferences in the use.

In order to acquire more knowledge will carry out this project, a study of choice of gesture is going to be conducted to have greater knowledge of their preferences and the way they use a smartphone.

Objectives

The main objective is to conduct a study of gesture elicitation for smartphone, considering two possible achievable gestures, touch gestures, performed on the touch screen, or motion gestures performed moving the smartphone.

So, the first objective is to collect the necessary information on the current state of art, analyzing the tools that visually impaired uses in the everyday to address the lack of vision and the software tools that allows them to uses technology, such as computers or mobiles, without external help.

Existing studies should also be analyzed in order to start from a solid base. From previous studies we can extract requirements for the design of the study but he have to interview some experts for complete all the information before start with it.

Thus the second objective it's to make some interviews with experts in interaction of blind people with touch screens. Should be necessary to contact blind associations and organizations that have technology experts or teachers for blinded persons that could be interviewed to extract some extra information.

Once we have all the information needed, we should design a solution and extract all the requirements for the realization of that solution. In our case, it is a elicitation gesture study based on the realized on the "Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance" but in our case with a smartphone with a touchscreen of 4.5" instead of the 10" used in this study.

The next step is the design of the experiment beginning with all the requirements collected so far and the new ones that the analysts include. Once we have the whole experiment designed, we should design the application needed to carry out the study, in this case, an application that allows to record touch and motion gestures and query data after.

After the design of the experiment and the application, the implementation began and when it is finished, it's time to make unitary test to check that all is working properly and check if all the requirements are met. Once the application is checked, a pilot test is performed by two visually impaired users for estimate the duration of the experiment and detect potential failures or problems.

The next step is to recruit participant and do the experiment to get the necessary data for the realization of the study.

In summary, the objective is to conduct a study and develop the necessary tools to carry it out to better understand the preferences, barriers, constraints, features and differences in the use of a mobile touch-screen by a blind user.

It will seek to provide a basis to design applications for mobile touch screen that allow a blind user to interact smoothly, for it will be collected findings and indications that may result from the given study.

Project

To achieve the objectives, the following tasks have been carried out.

We have analyzed the main tools used by blind people for the everyday, such as talking watches, color detectors, talking bathroom scales, sounders lights or some tools oriented for the leisure as audiobook readers, talking pedometer or games such braille cards or chess with relief.



Figure 3 - Audiobook reader

We also analyzed the tools for interact with technology, particularly for interact with computers and smartphones, like braille lines, magnifiers or screen readers. Some already published studies that deals with interaction of blind people with touch screens have been also analyzed.

We have analyzed the context in which we are working and we have a series of interviews with experts in interaction of blind people with technology, especially interaction with touch screen. It is remarkable the series of interviews with the experts working on the ONCE, the Spanish national organization for the blind.

From these interviews requirements for a study have been extracted and a prototype of the experiment have been designed.

Later, the whole study was designed, a study that consist in tell to a blind user a series of predefined actions and let him choose two gestures that performs that action, with the gestures, we can analyze the data and improve our understanding of his preference and use of touch screens. The application for the consecution of the study was also designed and developed, it consist in a mobile application that allows to record gestures –both, tactile and motion gestures- an play it later.

With all the tools developed we recruited 8 blind participants for the realization of the experiment. With the experiment done, we analyzed the data and obtain some conclusions shown in the next chapter. Project management have been also made, with costs, human resources needed, time estimations and sources of funds detailed.

Conclusions

In the conclusions we will see the solution to the problem posed in the introduction and the lines of future work that arise.

The issue is the need of made a touch screen of a mobile phone accessible to a blind person, bearing in mind that they have no tactile reference point, main guide to interact with a device for blind user.

The first step to solving this problem is to have enough knowledge to properly design systems that support blind users. Already there have been some studies analyzing the interaction of blind users with touch screens, as is the case of "Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance" which analyzes the interaction with touchscreens with the size of a tablet.

In order to expand the knowledge on interaction with mobile touch screens by blind users, we have expanded the study mentioned above, but in this case with a smaller screen, 4.5", a typical size for a smartphone screen. Experiment has been designed and the necessary application to run it has been also designed and developed.

On the basis of the first experiment, was conducted a study of gesture choice, which have been able to draw some conclusions, such as the need to base the range of touch gestures in a few gestures, very simple ones and that let do the most actions to manage the device. Gestures selected by participants include the use of flick (slide a finger) and tap (hit with a finger) as basic gestures.

In addition, other aspects to emphasize is the importance of the area where the gesture is performed by taking different meaning depending on the area where it is performed, the number of fingers with which the gesture is performed, taking again different meaning in the number of fingers or emphasizing certain actions with more fingers and the number of touches, being very appellant that perform the same action as the tap a different number of times for different actions.

On the other hand, on the study we let the participant the alternative of make motion gestures with the device, in this sense, the conclusion we draw is that only very advanced users would use it, despite being intuitive and conducted in a timely manner by some users, we cannot forget that users are not sighted, and make movements, usually quite energetic, with mobile without seeing what's around you make nervous.

In summary, although there are commercial solutions, a standard gesture set it's needed for advance in the interaction of blinded users with touchscreens. The design of the standard should be easy for basic actions, designing very few basic gestures, like tap or flick, which allows the user to do the most of the simple actions.

The hardest part would be the design of gestures for complex actions, there is no common gestures made by the participants for these actions and should be necessary further studies to design it.

Future work

As a line to continue the work, we should consider those who accumulate multiple disabilities, as a deaf-blind person or a blind user with mobility disability. In this case, we should consider whether the use of a touch screen by a person who can neither see nor hear is feasible, and therefore, can only receive information by touch (or smell).

Another interesting case for further study but are blind people with reduced mobility, and even just if they only have reduced mobility, for whose the realization of a common gesture such as tap or flick in a particular area can be very complicated.

Another line that can be followed, is to repeat the study with younger people and compare, in this case the mean age of the study was sixty-one, we could repeat the experiment with younger participants and compare if there any difference in the way you use your mobile in function of the age.

Although the main way to continue the work would be to use the knowledge acquired for the purpose it was raised, designing applications for touch screens and make touchscreens accessible for the blind.

Tabla de contenido

Agradecimientos	5
Resumen.....	7
Abstract	9
Introduction	9
Regulatory Framework.....	11
Context	12
Problem Description.....	14
Problem	15
Objectives.....	15
Project	17
Conclusions	18
Future work	19
Índice de ilustraciones.....	24
Índice de tablas	25
1. Introducción	27
Marco regulatorio	29
Contexto	30
Descripción del problema	31
Problema	31
Objetivos	32
Organización y Estructura del documento	32
2. Estado del arte	33
Tecnología de apoyo para ciegos	33
Tecnologías de apoyo software	35
Estudios previos sobre interacción de usuarios ciegos con pantallas táctiles	37
3. Requisitos	39
Contexto	39
Entrevista con expertos.....	40
Experimento	42
Usuarios.....	43
Requisitos	44
Requisitos funcionales.....	44
Requisitos de entorno	47
Requisitos de datos	48

Requisitos de perfil de usuario.....	49
Requisitos de usabilidad.....	50
4. Diseño.....	52
Proceso de diseño	52
Diseño experimento	53
Entrevista	55
Permiso de grabación.....	56
Descripción del experimento	56
Realización del Experimento	56
Entrevista final.....	57
Diseño sistema	58
Contexto del sistema.....	58
Alternativas de diseño.....	58
Arquitectura software	59
Diseño aplicación.....	60
Prototipos de la interfaz.....	62
Diseño equipo tecnológico.....	65
5. Experimento	67
Introducción	67
Trabajos previos	68
Estudio: Elección de gestos	68
Participantes.....	68
Aparato.....	69
Procedimiento	70
Resultados	71
Valoración	71
Propiedades de los gestos.....	71
Conclusiones.....	72
Recogida de datos	74
6. Gestión de proyecto	93
Entorno socioeconómico.....	93
Contexto del proyecto.....	94
Planificación	95
Recursos humanos	96
Recursos materiales	97

Resumen gastos	98
Financiación.....	98
7. Conclusiones.....	100
Trabajo futuro	100
8. Anexos	102
Anexo 1: Entrevista participante experimento.	102
Anexo 2: Documento de consentimiento de grabación y toma de imágenes.	103
Anexo 3: Texto para la realización del experimento.....	104
Anexo 4: Gestos recopilados en los experimentos	106
9. Referencias.....	252

Índice de ilustraciones

Figure 1 - Sales of computers vs sales of smartphones	10
Figure 2 - Framy visual and audio feedback for off-screen features	14
Figure 3 - Audiobook reader	17
Ilustración 4 - Ventas de ordenadores contra ventas de smartphones	28
Ilustración 5 - Lector de audiolibros.....	34
Ilustración 6 - Anotador	35
Ilustración 7 - Pantallas táctiles.....	40
Ilustración 8 - Proceso de diseño	52
Ilustración 9 - Ejecución de la aplicación	59
Ilustración 10 - Arquitectura cliente-servidor	60
Ilustración 11 - Ejemplo fichero xml.....	61
Ilustración 12 - Menú principal	62
Ilustración 13 - Gesto táctil	63
Ilustración 14 - Gesto movimiento.....	63
Ilustración 15 - Consulta de gestos	64
Ilustración 16 - Fichero de texto	64
Ilustración 17 - Reproducción gesto táctil.....	65
Ilustración 18- Pantalla táctil sin bordes físicos	66
Ilustración 19 - Solución pantalla táctil con borde.....	66
Ilustración 20 - Móvil experimento	69

Índice de tablas

Tabla 1 - Datos de ventas de ordenadores.....	27
Tabla 2 - Resumen legislación sobre acceso universal y para discapacitados	30
Tabla 3 - RF01 Grabar gesto multitáctil.....	44
Tabla 4 - RF02 Grabar gesto de movimiento.....	45
Tabla 5 - RF03 Consultar gestos	45
Tabla 6 - RF04 Comienzo gesto táctil	45
Tabla 7 - RF05 Fin gesto táctil	46
Tabla 8 - RF06 Comienzo gesto movimiento.....	46
Tabla 9 - RF07 Fin gesto movimiento.....	46
Tabla 10 - RF08 Menú principal.....	46
Tabla 11 - RE01 Ejecución en móvil.....	47
Tabla 12 - RE02 Pantalla multitáctil	47
Tabla 13 - RE03 Sensores dispositivo	47
Tabla 14 - RE04 Entorno ejecución	48
Tabla 15 - RD01 Almacenamiento de datos	48
Tabla 16 - RD02 Formato de datos.....	48
Tabla 17 - RD03 Captura de datos.....	49
Tabla 18 - RPU01 Perfil del experimentador.....	49
Tabla 19 - RPU02 Perfil de usuario	49
Tabla 20 - RU01 Limitación pantalla táctil.....	50
Tabla 21 - RU02 Retroalimentación grabación gesto.....	50
Tabla 22 - RU02 Usabilidad	50
Tabla 23 - RU04 Duración experimento	51
Tabla 24 - Tabla datos de participante	57
Tabla 25 - Recopilación gestos participante.....	57
Tabla 26 - Alternativas diseño.....	58
Tabla 27 - Datos participante 1	74
Tabla 28 - Recopilación gestos participante 1.....	92
Tabla 29 - Diagrama de Gantt 1.....	95
Tabla 30 - Diagrama de Gantt 2	95
Tabla 31 - Diagrama de Gantt 3	96
Tabla 32 - Diagrama de Gantt 4	96
Tabla 33 - Reparto de funciones	96
Tabla 34 - Coste humano por rol.....	96
Tabla 35 - Salarios en función de los roles	97
Tabla 36 - Salario mensual	97
Tabla 37 - Costes recursos materiales.....	97
Tabla 38 - Coste tarifas.....	98
Tabla 39 - Resumen gastos iniciales	98
Tabla 40 - Resumen gastos mensuales	98
Tabla 41 - Resumen costes proyecto	98
Tabla 42 - Alternativas de financiación	99
Tabla 43 - Resumen financiación proyecto	99

1. Introducción

Desde que en la segunda mitad del siglo XVIII comenzara la revolución industrial¹, no había vuelto a haber un cambio tan drástico que moldeara la sociedad y que fuera tan importante como para marcar la separación entre dos épocas.

Y es que en el siglo XX se han producido algunos de los mayores inventos que han desencadenado un progreso frenético, pasando de la era industrial a la era tecnológica y de la información². Quizá una de las razones más tristes de esta proliferación de inventos y de avances científicos sean las guerras, ya que en este periodo tuvieron lugar la Primera³ y Segunda Guerra Mundial⁴, y la gran inversión que realizan los países que se ven involucrados en ellas para conseguir ventaja sobre el enemigo.

Así, la computación electrónica, la radiocomunicación, el radar y la grabación de sonido son algunas de las tecnologías claves que posteriormente facilitaron la aparición del teléfono, el fax y el almacenamiento magnético de datos, inventos que a día de hoy usa prácticamente todo el mundo.

Pero si hay que destacar un invento por encima de todos es el ordenador personal, o PC de sus siglas en inglés. Aunque el primer ordenador personal fue el Programma 101, de la empresa italiana Olivetti a mediados de la década de los sesenta⁵, hubo que esperar hasta los años ochenta para que los ordenadores fueran entrando poco a poco en la sociedad y hasta la década de los noventa para que su potencia aumentara de forma radical y empezaran a ser asequibles para el gran público.

Si se ven las estadísticas⁶, en la tabla 1, podemos apreciar de forma clara cómo aumentaron las ventas de ordenadores:

	1975	2000	2010
Número de ordenadores vendidos a nivel mundial	50.000	134.7 Millones	346.2 Millones

Tabla 1 - Datos de ventas de ordenadores

El rápido avance de la tecnología es una de las principales causas de este aumento de ventas, cada vez se consigue mayor potencia en menos espacio y a un coste más reducido, los ordenadores que tenemos hoy en casa son comparables a supercomputadores de hace diez años, pero en muchísimo menos espacio y ya no se limitan a ser simples herramientas de cálculo o procesadores de texto, puedes jugar, consultar el periódico, pedir cita en el médico y un sinnúmero de posibilidades.

Si juntamos todos estos avances, menor tamaño, mayor potencia y reducción de costes, a otro de los inventos clave, el teléfono móvil, que hizo sus primeras apariciones para el gran público en torno a los años 70, con la aparición de la primera red comercial automática, la NTT⁷, tendremos la combinación que hoy conocemos como teléfono inteligente, o del inglés, Smartphone.

Junto con el ordenador, el Smartphone es sin duda el invento del siglo, con él se consiguió que cualquier persona en su bolsillo pudiera llevar una agenda electrónica, una cámara de fotos, un reloj despertador, una calculadora, GPS, reproductor multimedia y un catálogo de funciones que día a día crece.

Si las cifras de ventas de ordenadores eran espectaculares, las de teléfonos inteligentes lo son más, y de hecho, en el año 2011 ya superaron el número de ventas de forma notable, como podemos ver en la ilustración 4:

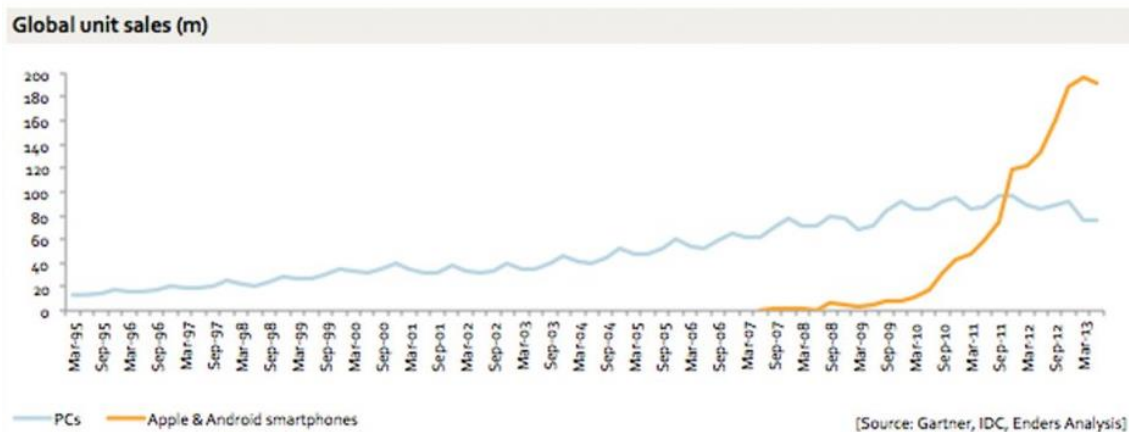


Ilustración 4 - Ventas de ordenadores contra ventas de smartphones

Y si hay algo que gracias a los móviles se halla desarrollado e implantado de forma también espectacular son las pantallas táctiles, desde las primeras pantallas resistivas que solo detectaban un dedo a la actuales capacitativas y multitáctiles.

Este gran desarrollo no se limitó a los móviles, sino que se amplió a todo tipo de dispositivos, tabletas, agendas electrónicas, ordenadores portátiles, grandes pantallas,... siendo a día de hoy una tecnología cotidiana y que se ha impuesto, sobre todo en dispositivo portátiles, donde el poder aunar tanto entrada como salida es una gran ventaja, tanto para reducir tamaño útil como el peso.

Así, con un toque de uno o varios dedos se pueden realizar multitud de acciones y ver en la pantalla lo que ocurre a la vez que tocamos. Sin embargo, esto plantea un problema, y es que para recibir la retroalimentación del dispositivo tenemos que ver la pantalla, así, si estamos en un sitio oscuro por ejemplo no podríamos usarlo.

Pronto esto no fue un problema, las pantallas retroiluminadas permitían estar en la oscuridad y ver lo que estaba sucediendo mientras interactuábamos con el móvil, pero y qué ocurre con las personas que no ven, y no digo en la oscuridad, sino las que son ciegas, ¿Cómo interactúan con un móvil con pantalla táctil sin ver la pantalla?

Durante años se retrasó el acceso de esta tecnología a personas ciegas, todavía convivían los móviles con pantalla táctil y los móviles con botones, pero poco a poco los móviles con pantalla táctil desplazaron a los móviles con botones, siendo hoy cosa del pasado, sin embargo, todavía o había soluciones para personas ciegas.

Pese a todo ello, los gobiernos siempre han tratado de facilitar la integración en la sociedad de las personas con discapacidades, por lo que el marco regulatorio pronto se adaptó a las nuevas necesidades y se reguló el acceso universal a la información.

Marco regulatorio

Desde el gobierno de España, y en muchas ocasiones ampliando normativas europeas, se ha trabajado por ayudar a la accesibilidad, integración y mejora de las personas con discapacidad para lograr una mayor autonomía.

Estas leyes que tratan de regular algunos aspectos, que por sentido común en algunas ocasiones deberían ser obvios, ayudan a que las personas con discapacidad puedan vivir un día a día normal, pero hay que tener en cuenta que no son las únicas beneficiadas, muchas veces estas mejoras repercuten positivamente a otros muchos sectores que no son las personas discapacitadas.

Así, en España cabe destacar el Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre⁸, en el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social y la Ley 26/2011⁹, de 1 de agosto de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.

Estas normativas son ampliadas en muchas ocasiones de forma regional, habiendo una gran cantidad de leyes, tanto a nivel europeo, nacional y regional. Como ya se ha comentado anteriormente, los grandes cambios experimentados en la sociedad han hecho que haya un cambio de era, en este caso a la era de la información, y la regulación también se adaptó a este cambio.

Sin duda, una de las leyes más importante en el tema que estamos abordando es el Real Decreto 1494/2007, de 12 de noviembre¹⁰, por el que se aprueba el Reglamento sobre el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.

Podemos añadir a este Real Decreto varias leyes que asientan una serie de principios básicos, la Ley 51/2003, de 2 de diciembre¹¹, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, que da un plazo de dos años para que el gobierno fije las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y de cualquier medio de comunicación social.

Siguiendo en la misma línea, la Ley 34/2002, de 11 de julio¹², de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico, obliga a las administraciones a que antes del 31 de diciembre de 2005 adopten las medidas necesarias para que la información disponible en sus respectivas páginas de internet pueda ser accesible a personas mayores y con discapacidad, además, establece que las administraciones públicas deben promover la adopción de normas de accesibilidad por parte de los prestadores de servicios y los fabricantes de equipos y programas de ordenador, para facilitar el acceso de personas mayores o con discapacidad a contenidos digitales.

Toda esta legislación está orientada a la accesibilidad universal y diseño para todos. Todas estas leyes se pueden complementar con los criterios de accesibilidad aplicables a páginas

de Internet, recogidos a nivel internacional en la Iniciativa de Accesibilidad a la Web –Web Accessibility Initiative- del Consorcio Mundial de la Web –World Wide Web Consortium- determinados en forma de pautas comúnmente aceptadas.

En la tabla 2 se muestra una recopilación de las principales leyes mencionadas.

Ley	Año	Propósito
Ley 34/2002	2002	Web de administraciones públicas accesibles y promoción de normas de accesibilidad para prestadores de servicios y fabricantes.
Ley 51/2003	2003	Igual de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal para las personas con discapacidad
Real Decreto 1494/2007	2007	Reglamento sobre el acceso de personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información
Ley 26/2011	2011	Adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad
Real Decreto Legislativo 1/2013	2013	Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad.

Tabla 2 - Resumen legislación sobre acceso universal y para discapacitados

Contexto

Una vez vista la situación tecnológica, con el avance de los móviles inteligentes y la adopción de la pantalla táctil como principal interfaz para la interacción y la regulación que establece el acceso universal y diseño para todos, es normal que se empiece a trabajar en buscar soluciones orientadas a lograr estos objetivos.

El primer paso antes de empezar a diseñar para todos, y en este caso en concreto, para personas ciegas, es conocer cómo interactúan con la pantalla táctil, las diferencias con una persona vidente, tanto en la forma de uso como en la realización de un mismo gesto, y las preferencias de elección de estos gestos.

Ya se comentó antes que uno de los problemas a la hora de diseñar aplicaciones para pantallas táctiles para ciegos radica en la diversidad de tamaños de las pantallas. Es lógico discernir que no se va a interactuar de la misma manera con una pantalla táctil de 19" que tendrá que estar fija, y que dependiendo de si está horizontal o vertical ya va a ser usada de diferente manera, a la pantalla de 4" o 5" que tiene un móvil.

Por ello, se empiezan a realizar estudios sobre cómo las personas ciegas interactúan con las pantallas táctiles y conseguir así mayor conocimiento que permita diseñar aplicaciones accesibles. "Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance"¹³ da un primer paso para conocer mejor cómo los usuarios ciegos usan las pantallas táctiles.

En el estudio realizado se compara la elección de gestos entre diez usuarios ciegos y diez usuarios videntes y también se compara la forma de realizar gestos prefijados en un estudio intensivo que sienta la base y da las guías necesarias para comenzar a diseñar para pantallas táctiles y que sea accesible para ciegos.

Sin embargo, el estudio se realiza sobre una tableta de 10", lo que deja un vacío en el estudio de la interacción de pantallas más pequeñas como la de un móvil, que de forma general no suelen superar las 5". Además de tener una pantalla más pequeña que puede variar la forma de usarla, ya que un móvil se puede coger con una sola mano y usarlo, mientras que una tableta al ser más grande se complica hacer todo con una mano, un móvil aumenta las posibilidades de interacción para una persona ciega, ya que posee una gran cantidad de sensores: acelerómetro, giroscopio, sensor de proximidad,...

Explotar todos estos sensores puede permitir que una persona pueda interactuar con el móvil sin tocar la pantalla, únicamente moviéndole de un lado a otro o girándole, lo que amplía aún más las posibilidades de interacción.

Descripción del problema

Las pantallas táctiles para móviles se han impuesto de forma definitiva y han relegado a un segundo plano los móviles "de botones". Durante los primeros años, la accesibilidad de una pantalla táctil para un usuario invidente era nula.

La legislación se adaptó a la era tecnológica, y se decretó la igualdad en el acceso a la información y a la tecnología. Una vez que la legislación tuvo en cuenta a las personas discapacitadas solo quedaba el trabajo de los diseñadores para empezar a hacer de las pantallas táctiles un elemento accesible para personas ciegas, para intentar solventar el principal problema, la carencia de referencias táctiles.

Se empezaron a realizar estudios como el realizado en "Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance", pero se realizó sobre una pantalla táctil de 10" de una tableta, sienta una base para la realización de más estudios, pero deja de lado pantallas más pequeñas, que predominan en dispositivos como los móviles.

La pantalla de un móvil no suele sobrepasar las 5", lo que permite que el dispositivo en sí no sea mucho más grande de ese tamaño y se pueda usar con una sola mano, lo que cambia la forma de interactuar con él respecto a una tableta. Además, su reducido tamaño y gran cantidad de sensores permite que se puedan realizar con él gestos de movimiento, que consiste en mover el móvil para interactuar con él.

En el artículo "The Framy User Interface for Visually-Impaired Users" los autores demuestran diseñando un prototipo de interfaz basada en gestos y evaluándola con pruebas como usuarios con discapacidad visual pueden interactuar sin ningún problema con pantallas táctiles y aplicaciones avanzadas, pero para ello necesitan una interfaz basada en gestos bien diseñados.

Problema

El problema es que los usuarios ciegos basan su interacción y están acostumbrados a interactuar usando el tacto, es decir, tocando los objetos físicos y guiándose por las formas y

puntos de referencia. Mientras que con el móvil en sí pueden orientarse para saber si lo tienen cogido bien tocando los botones y formas de la carcasa, en la pantalla táctil esto no es posible porque es totalmente plana y no tiene ningún punto de referencia.

Objetivos

El objetivo principal es la realización de un estudio y de las herramientas necesarias para llevarlo a cabo para comprender mejor las preferencias, barreras, limitaciones, particularidades y diferencias en el uso de un móvil con pantalla táctil por parte de un usuario ciego.

Se buscará el poder sentar unas bases para poder diseñar aplicaciones para móviles con pantalla táctil que permitan a un usuario ciego interactuar sin problemas, para ello se recogerán las conclusiones y se darán las indicaciones que se puedan derivar de los estudios.

Organización y Estructura del documento

El presente documento está organizado en los siguientes apartados:

- Estado del arte: se mostrarán las herramientas típicas que usan los ciegos para interactuar con la tecnología, algunas de las soluciones para móviles para ciegos y algunos artículos previos al estudio.
- Requisitos: se analizará el contexto en el que se va a trabajar en el estudio, las entrevistas realizadas con los expertos y los requisitos que se han extraído de ellas para el diseño del experimento y el prototipo.
- Diseño e implementación: se tratarán las decisiones técnicas y tecnológicas para desarrollar el sistema.
- Experimento: se detalla la realización del experimento, usuarios, material usado, realización y conclusiones.
- Gestión de proyecto: se detallan los costes, recursos humanos necesarios, estimación de tiempo y fuente de financiación.
- Conclusiones: se detalla la solución al problema planteado y se propone una línea de continuidad del trabajo.

A continuación, se adjunta junto al presente documento una serie de anexos con la información complementaria.

2. Estado del arte

Se va a analizar en el presente capítulo las herramientas que usan de forma más general los usuarios ciegos para acceder a la tecnología y posteriormente de forma más concreto para los móviles con pantalla táctil. Por último, se verán algunos estudios sobre la interacción de las personas ciegas con pantallas táctiles.

Tecnología de apoyo para ciegos

Las tecnologías de apoyo, o tecnologías de asistencia, son productos usados para lograr incrementar, mantener o en definitiva mejorar las capacidades funcionales de una persona con discapacidad, para las personas ciegas existe un campo específico que recibe el nombre de tiflotecnología¹⁴.

Dentro de los productos englobados dentro de las tecnologías de asistencia para ciegos se encuentran algunos como avisadores de luz, que se encargan de detectar si hay luz encendida en la habitación o no, cuando por ejemplo una pareja de personas ciegas tiene hijos no ciegos y tienen que controlar que las luces estén apagadas.

Para el hogar sigue habiendo más tecnologías, como balanzas de cocina parlantes, o básculas de baño parlantes, aunque hay otros útiles sin componente electrónica, como cuchillos anti corte, euro monederos, enhebradores o cinta métrica con relieve, la gran mayoría se basan en la tecnología electrónica, se puede añadir a los anteriores el detector de colores parlante, el lector de billetes o el termómetro ambiente parlante.

Además de todas estas tecnologías destinadas al hogar, hay otras como los avisadores de tiempo parlante, los despertadores parlantes, los podómetros parlantes o los relojes parlantes o vibrantes destinadas a llevar encima. También hay tecnologías destinadas al ocio, y al igual que el lector de libros electrónicos ha proliferado en los últimos años, para las personas ciegas han aparecido los lectores de audiolibros, ilustración 5, incluso antes de que se popularizaran los lectores de libros electrónicos.



Ilustración 5 - Lector de audiolibros

A la gama de productos destinados al ocio se pueden añadir otro sinfín de productos destinados a mejorar las capacidades de las personas ciegas, así encontramos el ajedrez en relieve, balones sonoros, barajas gigantes y barajas braille, bingo parlante con cartones adaptados, dominó en relieve, tres en raya en relieve, sudoku en relieve y muchos más¹⁵.

Todos estos productos están destinados a mejorar las capacidades y la vida de una persona ciega, en muchas ocasiones “dotándoles de ojos” y en otras dándoles la oportunidad de poder realizar las mismas actividades que una persona vidente.

En cuanto al manejo de nuevas tecnologías, también hay una amplia gama de productos orientados a personas ciegas, como los dispositivos con braille y voz para pantallas y teclados de ordenador –líneas braille y sintetizadores de voz-, existen calculadoras parlantes, agendas electrónicas y anotadores que permiten mediante un teclado braille almacenar información y recuperarla mediante voz o braille, como el de la ilustración 6.



Ilustración 6 - Anotador

Sin embargo, todos estos productos tienen algo en común, están diseñados para personas ciegas, y el mercado al que va dirigido se reduce a ellos, por lo que el coste suele ser bastante más elevado que el útil respectivo para una persona vidente, sobre todo si se trata de un elemento electrónico.

Por ello, se están destinando esfuerzos a lograr que las personas ciegas puedan usar el mismo dispositivo que una persona vidente, y por tanto al mismo coste, adaptándolo a su uso únicamente con herramientas software.

Tecnologías de apoyo software

Si el principal problema para un ciego es no poder ver la pantalla, la principal solución es leérsela. Así surgen los lectores de pantalla, un software cuyo propósito es identificar e interpretar lo que se muestra en la pantalla y representársela al usuario mediante sintetizadores de voz, iconos sonoros o salida braille.

Windows actualmente incorpora un software de lectura de pantalla llamado Narrator¹⁶, aunque bastante limitado, Apple incorpora VoiceOver¹⁷ en Mac OS X y existen más soluciones, como el lector Orca¹⁸ de software libre para sistemas Unix o el lector de código abierto para Windows NonVisual Desktop Access¹⁹, aunque el que probablemente sea el más extendido y utilizado es JAWS²⁰ de la empresa Freedom Scientific.

Junto con los lectores de pantalla, se idean otras soluciones de apoyo, como los magnificadores de pantalla que trabajan como si fueran una lupa y que permiten a los usuarios ciegos con resto de visión ampliar zonas de la pantalla para poder verlas. También existen periféricos, como terminales de lectura, teclados e impresoras Braille que permiten al usuario ciego leer con este sistema de lectura.

Gracias a estos programas, una persona ciega consigue usar un ordenador –el mismo que cualquier otro usuario vidente- sin necesidad de asistencia. En la mayoría de casos, hay asociaciones, grupos o voluntarios que se dedican a impartir formación a personas invidentes en el uso de estos programas ya que su aprendizaje es más costoso que el de una persona vidente.

Para los teléfonos móviles también se empezaron a desarrollar lectores de pantalla, así se desarrolló Mobile speak²¹, por la empresa española code Factory, y también el lector Talks, únicamente para plataforma Symbian, ambos orientados a móviles con teclado. Mientras que los teléfonos con teclado fueron la corriente principal sólo fue necesario el añadirles un software parlante, ya que la interfaz con botones físicos, detectables al tacto, no representa un problema para una persona ciega.

Sin embargo, no ocurre lo mismo con los móviles de pantalla táctil, totalmente plana, y que poco a poco desplazaron a los móviles con teclado. No fue Apple con su software VoiceOver el que implementará a partir de su modelo 3GS de serie un sistema que hiciera el móvil cien por cien funcional a un usuario ciego, pudiendo usar la pantalla táctil y recibir de forma auditiva la retroalimentación de información.

En este caso, aparte de incorporar un software parlante, se debe cambiar también la forma de uso, si un usuario vidente aprovecha la capacidad de poder interpretar el contenido del móvil como un escritorio organizado de forma espacial, un usuario invidente no puede hacerlo, por lo que ahora la forma de interacción debe pasar a ser lineal. Es una forma de interacción más lenta, pero garantiza que pueda usarse.

Aparte de la solución de Apple, Android también añadió a su gama de productos el software Google Talkback²², a partir de su versión 1.6, haciendo que también pudiera ser usado el móvil por una persona ciega. De estos dos productos, el iPhone con su VoiceOver se ha impuesto de forma clara, en algunos casos, este dominio casi absoluto se debe a que los centros y asociaciones de ciegos, como la ONCE en España, dan formación para este dispositivo en concreto, lo que facilita su adopción y la creación de una comunidad de usuarios.

Por otro lado, también se tiene que tener en cuenta que iOS se ejecuta únicamente en iPhone, por lo que los usuarios ciegos sólo deben reconocer un móvil que independientemente del modelo apenas varía, mientras que Android se ejecuta en multitud de móviles diferentes lo que complica el reconocimiento y las posibilidades de ayuda entre miembros de la comunidad.

Pese a que de forma particular se han creado soluciones, no se ha establecido ningún convenio ni creado un estándar para el diseño de aplicaciones para ciegos o un catálogo de gestos, así, un usuario que aprenda a usar Google Talkback para Android y se cambie a un iPhone deberá volver a aprender a usarlo, y viceversa.

Estudios previos sobre interacción de usuarios ciegos con pantallas táctiles

Ya se han realizado algunos estudios sobre la interacción de usuarios ciegos con pantallas táctiles, tanto para poder analizar las diferencias con respecto a un usuario vidente como para conocer mejor sus preferencias y particularidades de uso.

Uno de estos estudios es el publicado en el artículo “Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance” publicado en mayo de 2011 por Shaun K. Kane, Jacob O. Wobbrock y Richard E. Ladner.

El objetivo del estudio es lograr una mayor comprensión de las preferencias de los usuarios ciegos en cuanto a los gestos que realizan en una pantalla táctil y compararlos respecto a las preferencias de usuarios videntes y estudiar las diferencias en la realización de los gestos para detectar diferencias entre la realización de un mismo gesto por parte de un usuario ciego y uno vidente.

En el estudio realizado no se centra en móviles, sino que se usa una tableta de diez pulgadas. En él se compara a diez usuarios videntes con diez usuarios ciegos. El estudio se divide en dos partes, en la primera parte se realiza un estudio de elección de gestos para conocer mejor las preferencias y en la segunda parte se realiza un estudio de realización de gestos prefijados para comparar su ejecución.

Para el estudio de elección de gestos se da a los participantes una serie de acciones para las que tienen que inventar gestos, a partir de los gestos creados se comparan usuarios videntes e invidentes y se analizan diferencias, como que los gestos de las personas ciegas tienden a tomar alguna referencia con respecto a alguna esquina o lateral de la pantalla o a tener mayor número de toques.

Para el estudio de realización de gestos prefijados se da una lista de gestos, tanto a los usuarios videntes como a los invidentes, y se analiza la realización por parte de los dos y se compara en busca de diferencias. alguna de las conclusiones obtenidas es que un usuario ciego tarda, de media, el doble que un usuario vidente en realizar el mismo gesto, realiza líneas más curvas, es menos preciso a la hora de localizar un punto a partir una referencia en la pantalla y no realiza las formas tan precisas como un usuario vidente.

Otro de los artículos de interés publicados es “The Framy User Interface for Visually-Impaired Users”²³ publicado en septiembre de 2011 por Ganriele Di Chiara, Luca Paolino, Marco Romano, Monica Sebillio, Genny Tortora y Giuliana Vitiello.

En él se diseña un prototipo de interfaz basada sobre gestos y se adapta a usuarios invidentes para evaluarla mediante pruebas. De ellas se concluye que la aplicación debe tener estados marcados para interpretar los gestos en función del estado en que se encuentre la aplicación, la necesidad de dar información al usuario de forma continua durante el uso, bien de forma auditiva, mediante locuciones de voz o señales sonoras, o bien de forma táctil, aprovechando la vibración del móvil.

En el estudio se destaca que la aplicación puede ser usada tanto por usuarios videntes como invidentes, demostrando que se puede realizar una aplicación con carácter universal, un aspecto muy importante, ya que no es lo mismo el mercado potencial de una aplicación

desarrollada exclusivamente para ciegos que el de una aplicación desarrollada para usuarios videntes e invidentes.

Para la realización del proyecto se tendrán en cuenta todos los avances y tecnologías desarrolladas que se han mencionado a lo largo de este capítulo para a continuación comenzar a recoger los requisitos para llevar a cabo la consecución de los objetivos.

3. Requisitos

Contexto

Una de las principales características de los teléfonos inteligentes son sus pantallas táctiles, ilustración 7, integradas totalmente en el dispositivo, lo que le hace más atractivo a la vista, más fácil de llevar y más cómodo.

Las pantallas táctiles permiten una gran cantidad de tipos de interacción, además, ya es común que las pantallas reconozcan más de un dedo sobre la pantalla, lo que permite realizar gestos multitáctiles, es decir, con más de un dedo simultáneamente.

Algunos de los gestos más corrientes a la hora de interactuar con un teléfono inteligente son:

- Toque único (unistroke): Con un único dedo se golpea el elemento que aparece en la pantalla, se suele usar para abrir una aplicación o archivo o seleccionar elementos.
- Toque simple (single touch): Con un único dedo se realiza un movimiento sobre la pantalla, el más común de este tipo de gestos es el flick, consistente en realizar un movimiento en línea recta, ya sea horizontal de izquierda a derecha o viceversa, o vertical, de arriba abajo o viceversa. Suelen usarse para desplazarse de una pantalla a otra o desplegar menús.
- Toque múltiple (multi touch): Varios dedos se deslizan sobre la pantalla, son los conocidos como gestos multitáctiles, dejan abierta una posibilidad de interacción enorme, algunos de los gestos de toque múltiple más conocidos son los gestos de agrandar (zoom in) y empequeñecer (zoom out), el rotor, y una lista casi interminable.
- Gesto de movimiento: A los gestos táctiles, se debe añadir una nueva posibilidad de interacción que algunos teléfonos inteligentes ya explotan, y son los gestos de movimiento que aprovechan los sensores del teléfono para interpretar los movimientos del dispositivo como gestos. En un principio de forma muy poco perceptible, usando el sensor de proximidad para apagar la pantalla cuando se acerca el teléfono para hablar, hasta las posibilidades que ofrecen hoy en día, como controlar el reproductor de música mediante movimientos.



Ilustración 7 - Pantallas táctiles

Por tanto, los teléfonos inteligentes nos dejan abierta la puerta mediante la pantalla táctil y sus sensores de movimiento (acelerómetro, giroscopio) a una capacidad de infinitas posibilidades de interacción, esta capacidad lo convierte en un elemento increíblemente potente y versátil pudiendo adaptarse a multitud de situaciones.

Sin embargo, algo que parece totalmente ventajoso tiene un gran inconveniente, la pantalla no tiene ninguna referencia táctil, y en algunos casos tampoco los botones al estar también integrados en la pantalla o en el dispositivo, haciendo que la retroalimentación de información con el dispositivo sea únicamente visual. Al igual que los gestos de movimiento pueden ser dificultosos para personas con movilidad reducida o en determinadas situaciones ser poco apropiados.

Esto representa un gran problema, a día de hoy casi todo el mundo tiene un teléfono inteligente que le facilita la vida, proporciona servicios y permite acceder a la información en cualquier lugar, sin embargo, si eres ciego tienes una barrera de uso casi insalvable. Esto representa un primer motivo para ahondar en el tema, y es que la ley reconoce el derecho de acceso a la información por personas con discapacidad y también regula las medidas de impulso de la sociedad de la información y el acceso a las tecnologías.

Por todo ello y para poder tener un mayor conocimiento sobre las limitaciones que una persona ciega tiene al usar un dispositivo móvil con pantalla táctil se han llevado a cabo una serie de reuniones con los tiflotécnicos de la ONCE –la tiflotecnología es el estudio de la adaptación de procedimiento y técnicas para su utilización por ciegos que se detalla a continuación.

Entrevista con expertos

Para poder tener un mayor conocimiento sobre las necesidades de las personas ciegas en el uso de móviles con pantallas táctiles se han llevado a cabo una serie de entrevistas con expertos de la ONCE.

La ONCE es el acrónimo de Organización Nacional de Ciegos Españoles²⁴, una entidad de derecho público de carácter social y democrático sin ánimo de lucro. Su propósito fundamental es mejorar la calidad de vida de los ciegos, deficientes visuales y discapacitados de España. En el

año 2013 la ONCE recibía el Premio Príncipe de Asturias a la Concordia en reconocimiento a su labor en la integración social de los discapacitados²⁵.

Dentro de la ONCE está el departamento de tiflotecnología²⁶, encargado de poner en práctica el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a las personas con ceguera visual los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología. Para la realización del experimento se han llevado a cabo una serie de entrevistas los expertos tiflotécnicos.

Los expertos de la ONCE recalcan algunos de los aspectos clave en cuanto al uso de móviles con pantalla táctil. En primer lugar marcan la importancia de que una persona con ceguera pueda usar el mismo móvil que una persona sin discapacidad visual, con todo lo que ello implica, un dispositivo cuyo mercado sea muy amplio, cuyo precio sea el mismo para una persona ciega que para una sin discapacidad, ya que generalmente, el precio de un producto diseñado y desarrollado exclusivamente para ciegos es superior, en parte por dirigirse a un mercado más pequeño.

Otro de los aspectos recalcados es la necesidad de una referencia táctil para una persona con discapacidad visual, ya que es la única manera de que pueda “orientarse” con el dispositivo. Junto con este requisito, se recalca la necesidad imperativa de sustituir la retroalimentación visual por la auditiva.

Seguidamente, se destaca que no hay una solución estándar para ciegos, así, deben realizar un aprendizaje para cada móvil que quieran usar siendo muy dependientes del sistema operativo que éste use, así si usan iOS aprenden los gestos y el uso de VoiceOver, la herramienta que trae incorporada iOS para personas con visión reducida o ceguera visual, mientras que si usan un móvil con Android y otro sistema operativo deben aprender otro conjunto de gestos y su forma de uso.

Es por ello que los expertos nos indican que si queremos realizar un estudio sobre las barreras que experimenta una persona ciega en el uso de un dispositivo móvil con pantalla táctil la mejor solución es presentar a una persona ciega un conjunto predefinido de acciones comunes a la hora de usar un móvil. De esta manera, podremos ver cómo interactúan con el dispositivo y qué tipo de gestos realizarían si pudieran elegirlos y no vinieran impuestos por una solución comercial como la que implementa Apple en sus dispositivos.

Dentro del conjunto de acciones a mostrar a los ciegos para estudiar los problemas que experimentan en el uso, nos recomiendan que evitemos acciones que conlleven el uso de carpetas ya que algunos usuarios pueden tener un conocimiento limitado de un sistema de archivos organizado por carpetas y nos recalcan la inclusión de acciones que tengan relación con la edición de texto y acciones simples y comunes durante el uso del móvil.

Por otro lado, recalcan que sería importante limitar la pantalla táctil de forma que mediante el tacto pudieran identificar sus bordes, ya que la mayoría de móviles integra la pantalla de tal forma que al tacto no se identifica sus límites. Destacan que para una persona invidente el tacto es una de las guías más importantes y que necesitan orientarse dentro del dispositivo para poder realizar los gestos dentro de la zona del móvil que corresponde a la pantalla táctil.

Experimento

Tras la entrevista con los expertos, y tras estudiar las necesidades del estudio, se plantea un experimento para detectar las limitaciones que experimentan los usuarios ciegos en el uso de pantallas táctiles y tener un mayor conocimiento de sus preferencias de uso con las siguientes premisas.

Ante el comentario de los expertos de la necesidad de usar el mismo móvil que una persona sin discapacidad se decide usar para el experimento un móvil común, más adelante se verán más requisitos que debe tener el dispositivo.

Otro de los requisitos derivado de la entrevista con los expertos es la necesidad de una referencia táctil, para ello, se decide recortar un protector de pantalla del móvil dejando libre únicamente la parte de la pantalla para poder identificar al tacto dónde comienza la pantalla.

Y el último requisito para el experimento derivado de la entrevista es el conjunto de gestos a realizar para estudiar y que serán los siguientes:

- Menú contextual
- Ayuda
- Deshacer
- Cambiar de aplicación
- Siguiente
- Anterior
- Aceptar
- Rechazar
- Mover objeto
- Abrir
- Cerrar
- Copiar
- Cortar
- Pegar
- Borrar
- Seleccionar
- Cambiar campo de entrada
- Descolgar
- Colgar

El experimento consiste en pedir a cada usuario ciego que realice el gesto que él asociaría a cada una de estas acciones para poder comprender mejor sus preferencias y ver las limitaciones que pueden experimentar. Como alguno de los usuarios puede tener ya conocimientos sobre el uso de teléfonos inteligentes, se va a pedir que para cada acción realicen dos gestos diferentes, de esta manera, se espera que el primer gesto que propongan sea o tenga relación con el que ya conocen mientras que en el segundo se fuercen a realizar uno que no guarde o no tenga tanta similitud con el que ya conocen.

Para los gestos, se permitirá al usuario dos tipos de gestos diferentes para explotar todas las posibilidades de los móviles, una primera opción será que realicen un gesto táctil (multitáctil) y la segunda opción que realicen un gesto de movimiento, moviendo el propio dispositivo.

De estas últimas características se derivan otros dos requisitos para el dispositivo, la primera es que tenga pantalla multitáctil para poder recoger todos los contactos que realicen todos los usuarios y la segunda que tenga los sensores necesarios para poder recopilar la información de los movimientos para el gesto.

Para poder realizar el experimento se necesitará también una aplicación que permita grabar los gestos táctiles que se realicen y poder verlos reproducidos después y que también permita grabar los datos de los sensores del dispositivo móvil y consultarlos cuando se realice un gesto de movimiento.

Usuarios

La aplicación tendrá dos tipologías de stakeholders –grupos de interés-, el experimentador encargado de llevar a cabo el estudio y el usuario ciego encargado de realizar los gestos.

Por ello, el encargado principal de interactuar con la aplicación será el experimentador, y a él irá dirigida la interfaz de la aplicación. Por otro lado, para los usuarios se buscará un perfil determinado, todos ellos serán usuarios con discapacidad visual pero se buscarán aquellos con intereses en la tecnología, y en concreto en el uso de móviles, que tengan ambición e interés en usar la tecnología y que les ayude a lograr mayor independencia tanto de su condición cultural, social, de salud y que les garantice un acceso en igualdad de condiciones.

Tras tener el perfil de usuario compuesto, los expertos de la ONCE nos ponen en contacto con nueve usuarios que cumplen el perfil marcado. Las edades comprendidas entre los nueve usuarios van desde los 37 a los 76 años, todos ellos tienen discapacidad visual pero no tienen más discapacidades o disfunciones motoras, cuatro de ellos son mujeres y los otros cinco hombres.

Todos ellos tienen estudios, que comprenden desde formación profesional de grado uno a catedráticos. Siete de ellos han usado dispositivos con pantalla táctil y dos de ellos no, todos ellos usan la tecnología habitualmente, siendo usuarios de ordenador todos. Dos de ellos son ciegos de nacimiento, los otros siete tienen ceguera adquirida, el que menos lleva 15 años ciego y el que más 62 años desde la adquisición de la ceguera, por lo que ninguno llegó a usar móviles antes de adquirir la ceguera.

Requisitos

Tras conocer el contexto y la aplicación necesaria para realizar el estudio vamos a pasar a detallar los requisitos de la aplicación.

Para ello vamos a organizarlos en varios tipos: funcionales, de entorno, de datos, de perfil de usuario y de usabilidad. Para poder mantener la claridad lo máximo posible cada requisito se mostrará en una tabla con los siguientes campos:

- Identificador: unívoco para cada requisito, con unas siglas en función de su tipo y un número.
- Nombre: Identifica el requisito de forma breve.
- Descripción: Detalla el requisito.
- Justificación: Motivación de la necesidad del requisito.
- Fuente: Miembro del que parte la necesidad.
- Necesidad: Baja, Media o Alta en función de la necesidad de aparición en el producto final.
- Prioridad: Baja, Media o Alta en función de su importancia a la hora de incorporarse en el producto.
- Claridad: Baja, Media o Alta en función de si se comprende fácilmente o no la descripción del requisito.
- Estabilidad: Estable o Inestable en función de si puede variar durante el ciclo de desarrollo del producto o no.
- Verificabilidad: Baja, Media o Alta en función de si se puede probar totalmente, parcialmente o no se puede comprobar.

Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales definen una función del sistema, como un conjunto de entradas, comportamientos y salidas. En el caso que nos ocupa tenemos dos funciones principales de la aplicación, que son la grabación de gestos táctiles, recogida en la tabla X, y la grabación de gestos de movimiento, recogida en la tabla 3. Como funcionalidad derivada de ellos está el poder consultarlos, recogida en la tabla 4.

También hay que tener en cuenta detalles de la grabación de los gestos táctiles, tabla 6 y 7, de los gestos de movimiento, tabla 8 y tabla 9, y de los menús de la aplicación, tabla 10.

RF01			
Nombre	Grabar gesto multitáctil.		
Descripción	Grabar un gesto multitáctil a pantalla completa mostrando el trazo del gesto mientras se graba e indicando cuándo termina de grabar.		
Justificación	Necesidad de poder grabar gestos táctiles y que el experimentador sepa que se están grabando y cuando terminan para poder consultarlos posteriormente.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 3 - RF01 Grabar gesto multitáctil

RF02			
Nombre	Grabar gesto de movimiento.		
Descripción	Grabar un gesto de movimiento almacenando todos los datos de orientación y aceleración del dispositivo, terminando de grabar el gesto cuando no se detecte movimiento e indicándolo en pantalla.		
Justificación	Necesidad de poder grabar gestos de movimiento y que el experimentador sepa que se están grabando y cuando terminan para poder consultarlos posteriormente.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 4 - RF02 Grabar gesto de movimiento

RF03			
Nombre	Consultar gestos.		
Descripción	<p>La aplicación mostrará un listado numerado en el que se especificará el tipo de gesto (Gesto táctil / Gesto de movimiento):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para cada gesto táctil habrá dos enlaces: <ul style="list-style-type: none"> o para consultar el fichero de texto correspondiente al gesto o para reproducir el gesto - Para cada gesto de movimiento un enlace: <ul style="list-style-type: none"> o Para consultar el fichero de texto correspondiente al gesto 		
Justificación	Necesidad de poder consultar los gestos grabados después.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 5 - RF03 Consultar gestos

RF04			
Nombre	Comienzo gesto táctil.		
Descripción	El gesto táctil comenzara a registrarse cuando se encuentre en la pantalla de grabación de gesto táctil y se registre el primer contacto con la pantalla.		
Justificación	De esta manera el experimentador seleccionará la opción de grabar gesto táctil y no tendrá necesidad de interactuar más mientras el usuario ciego lo realiza.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 6 - RF04 Comienzo gesto táctil

RF05			
Nombre	Fin gesto táctil.		
Descripción	El gesto táctil finalizará de registrarse cuando no quede ningún dedo sobre la pantalla.		
Justificación	De esta manera el experimentador no debe interactuar con la aplicación mientras la está usando el usuario.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 7 - RF05 Fin gesto táctil

RF06			
Nombre	Comienzo gesto movimiento.		
Descripción	El gesto de movimiento comenzará a registrarse cuando el experimentador lo seleccione en el menú.		
Justificación	Al no ser posible indicar de forma remota el comienzo del gesto el experimentador pulsará la opción en el dispositivo y pedirá al usuario que lo realice.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 8 - RF06 Comienzo gesto movimiento

RF07			
Nombre	Fin gesto movimiento.		
Descripción	El gesto de movimiento finalizará de registrarse cuando no se detecte movimiento.		
Justificación	De esta manera el experimentador no debe interactuar con la aplicación mientras la está usando el usuario ciego.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 9 - RF07 Fin gesto movimiento

RF08			
Nombre	Menú principal.		
Descripción	Al iniciar la aplicación aparecerá el menú principal con tres botones: <ul style="list-style-type: none"> • Gesto táctil • Gesto de movimiento • Consulta de gestos 		
Justificación	El menú principal permite acceder a las tres funcionalidades principales de la aplicación.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Alta	Verificabilidad	Alta

Tabla 10 - RF08 Menú principal

Requisitos de entorno

Los requisitos de entorno definen las restricciones del medio en el que se pondrá en ejecución el sistema a desarrollar. En nuestro caso, son los relativos a la ejecución en el móvil, tabla 11, y los propios requisitos del móvil, tabla 12 y tabla 13. Como el sistema donde se debe ejecutar también debe ser controlado se añade en la tabla 14 los requisitos del entorno.

RE01			
Nombre	Ejecución en móvil.		
Descripción	La aplicación podrá ejecutarse en un con sistema operativo Android o iOS.		
Justificación	El experimento se realizará en un móvil y se necesita que la aplicación sea compatible con los sistemas operativos principales.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 11 - RE01 Ejecución en móvil

RE02			
Nombre	Pantalla multitáctil.		
Descripción	El móvil en el que se ejecutará la aplicación tendrá pantalla multitáctil.		
Justificación	Es necesaria para poder grabar todos los contactos que realicen los usuarios ciegos al realizar los gestos.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 12 - RE02 Pantalla multitáctil

RE03			
Nombre	Sensores dispositivo.		
Descripción	El móvil en el que se ejecutará la aplicación tendrá acelerómetro y giroscopio.		
Justificación	Necesario para poder grabar los datos relativos a la posición y movimiento del dispositivo en los gestos de movimiento.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 13 - RE03 Sensores dispositivo

RE04			
Nombre	Entorno ejecución.		
Descripción	El entorno de ejecución será una habitación cerrada y controlada que garantice la seguridad y confianza del usuario.		
Justificación	Como se trata de usuarios ciegos, el experimento se debe realizar en alguna habitación en la que ellos se sientan cómodos y con confianza para que se centren en el experimento y no estén nerviosos.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 14 - RE04 Entorno ejecución

Requisitos de datos

Los requisitos de datos definen la persistencia y las operaciones sobre la información que maneja la aplicación. En nuestro caso, la información que maneja la aplicación son los gestos que se graban, y se especifica dónde se guarda, tabla 15 y cómo se guarda, tabla 16 y tabla 17.

RD01			
Nombre	Almacenamiento de datos.		
Descripción	Los datos se almacenaran de forma local en el dispositivo		
Justificación	Es necesario que los gestos grabados estén accesibles en el dispositivo y existe la posibilidad de que la aplicación no pueda conectarse a un servidor para descargar datos.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Inestable	Verificabilidad	Alta

Tabla 15 - RD01 Almacenamiento de datos

RD02			
Nombre	Formato de datos.		
Descripción	Los datos se almacenaran en formato xml.		
Justificación	Para lograr claridad los datos se almacenarán en el lenguaje de etiquetado xml para facilitar la posterior consulta de los datos en los ficheros de texto.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Media	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 16 - RD02 Formato de datos

RD03			
Nombre	Captura de datos.		
Descripción	Los datos del gesto táctil se recopilarán según los eventos lanzados por el dispositivo, mientras que los del gesto de movimiento se guardarán los datos de aceleración y del osciloscopio cada 50ms.		
Justificación	De esta manera se captura la mayor cantidad de datos sin requerir de una capacidad de procesamiento muy alta.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Media
Estabilidad	Inestable	Verificabilidad	Media

Tabla 17 - RD03 Captura de datos

Requisitos de perfil de usuario

Los requisitos de perfil de usuario definen las condiciones que deben cumplir los usuarios que van a hacer uso de la aplicación. En nuestro caso tenemos los requisitos para dos tipos de usuario, el experimentador, tabla 18, y el usuario ciego, tabla 19.

RPU01			
Nombre	Perfil del experimentador.		
Descripción	Debe poder usar la pantalla táctil y ser vidente para ver si se están grabando los gestos correctamente y su posterior consulta.		
Justificación			
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 18 - RPU01 Perfil del experimentador

RPU02			
Nombre	Perfil del usuario.		
Descripción	El usuario que realizará el estudio debe ser ciego por el interés del mismo pero debe poder realizar los gestos táctiles y comprender las explicaciones sin problema. Será mayor de edad.		
Justificación			
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 19 - RPU02 Perfil de usuario

Requisitos de usabilidad

Los requisitos de usabilidad definen las restricciones o facilidades que debe tener la interfaz y el uso de la aplicación. En ellos se contempla algunos detalles de usabilidad para usuarios ciegos, tabla 20, la retroalimentación de la aplicación para el evaluador, tabla 21, y la facilidad de uso tabla 22.

En la tabla 23 también se muestran algunos de los requisitos para la realización del experimento.

RU01			
Nombre	Limitación pantalla táctil.		
Descripción	Se limitará de forma que sea perceptible al tacto los bordes de la pantalla táctil.		
Justificación	Garantizar que el usuario ciego detecte al tacto los bordes de la pantalla para que no falle en la realización de los gestos.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 20 - RU01 Limitación pantalla táctil

RU02			
Nombre	Retroalimentación grabación gesto.		
Descripción	Cuando se esté grabando un gesto táctil se verá el trazo en la pantalla y cuando se termine de grabar un gesto táctil y uno de movimiento aparecerá un botón en la pantalla con el mensaje FIN.		
Justificación	El experimentador tiene la retroalimentación necesaria para saber que se está grabando el gesto y cuando termina. Mientras se graba el gesto de movimiento no se realizará nada, no tiene sentido mostrar algo en la pantalla mientras el usuario mueve el móvil y el evaluador no puede verlo y realizar algún sonido o vibración puede distraer al usuario.		
Fuente	Analista	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 21 - RU02 Retroalimentación grabación gesto

RU03			
Nombre	Usabilidad.		
Descripción	Los menús serán simples y requerirá la menor interacción posible con el evaluador. No requerirá de gran aprendizaje.		
Justificación	Reducir al máximo la intervención del evaluador y garantizar que la aplicación sea sencilla y fácil de usar.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta

Tabla 22 - RU02 Usabilidad

RU03			
Nombre	Duración experimento.		
Descripción	El experimento no debe superar los 40 minutos de duración		
Justificación	La realización del experimento conlleva una carga cognitiva alta para el participante y no se debe estresar o sentir cansado durante la realización. Por otro lado, los expertos de la ONCE limitan la duración y cese de aula para cada usuario en 45 minutos.		
Fuente	Experimentador	Necesidad	Alta
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Inestable	Verificabilidad	Alta

Tabla 23 - RU04 Duración experimento

4. Diseño

Tras el análisis, se va a pasar a especificar el diseño del proyecto. Se va a realizar en dos partes, primeramente el diseño del experimento y seguidamente el diseño de la aplicación.

Proceso de diseño

Durante el desarrollo del proyecto se ha llevado a cabo un proceso de diseño centrado en el usuario, es decir, un proceso cíclico, primeramente se realiza una investigación, después la definición de requisitos, posteriormente el desarrollo y en último punto el experimento como se muestra en la ilustración 8.

Durante todo el proceso de diseño se ha involucrado a los usuarios potenciales mediante entrevistas antes de comenzar, comentarios durante el experimento, recogida de la experiencia en el uso y entrevistas tras la realización.

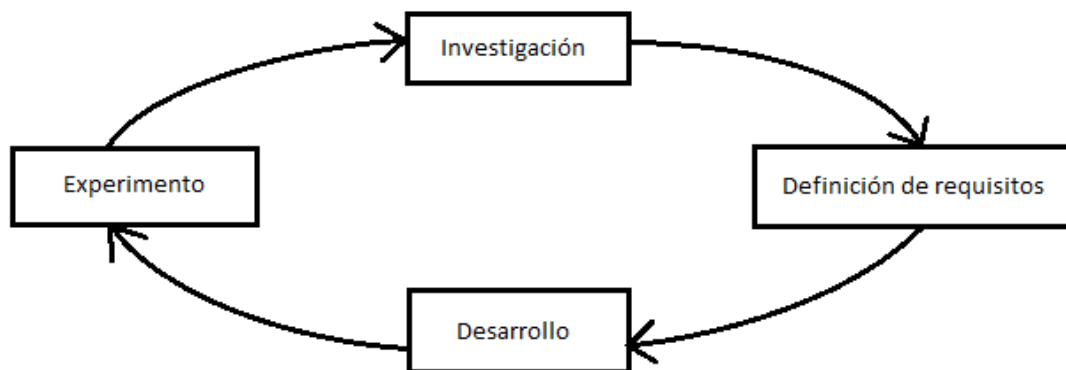


Ilustración 8 - Proceso de diseño

En la primera fase de investigación se han llevado a cabo diversas entrevistas para profundizar en los problemas que los usuarios ciegos tienen a la hora de usar pantallas táctiles. Dentro de las entrevistas cabe destacar la realizada con los expertos de la ONCE, donde se indicó las principales barreras que experimentan los usuarios ciegos a la hora de usar pantallas táctiles y se dieron indicaciones de cuál sería para ellos el experimento ideal para poder tener un mayor conocimiento de las limitaciones en el uso.

La otra entrevista a destacar fue la realizada con el profesor Marco Romano, que ha realizado experimentos similares y dio las indicaciones pertinentes para llevar a cabo el estudio, problemas con los que se ha encontrado él y cómo solventarlos, resultados que ha obtenido y enfoques que tomaría para realizar el experimento.

Tras estas dos entrevistas se realizó un estudio para encontrar una solución al problema y que permitiera analizar y comprender mejor la interacción de un usuario ciego con una pantalla táctil y tener así mayor conocimiento de sus preferencias y limitaciones en su uso.

Seguidamente se determinó la solución, muy próxima a la que indicaron los expertos de la ONCE pero teniendo en cuenta los comentarios de la entrevista con el profesor Marco Romano para evitar problemas que él ya había encontrado y aprovechar resultados de alguno de sus estudios.

La solución consiste en la realización de un estudio en el que se pedirá a usuarios ciegos que realicen una serie de gestos de su propia invención para una lista de acciones dadas, de este modo se puede ver al usuario ciego usar el dispositivo y detectar si tiene alguna barrera que le impida su uso o lo limite, detectar si siguen algún tipo de patrón en la realización del tipo de gesto o si los asocia a algún otro contexto para comprender las preferencias de uso.

Para poder llevar a cabo dicho estudio será necesario el desarrollo de una aplicación que permita registrar los gestos que realice el usuario ciego y que permita consultarlos posteriormente para estudiarlos y poder analizar las particularidades de cada caso y si se repiten para todos o no.

Teniendo la solución ya planteada, se pasa a la extracción de requisitos. La mayor parte de los requisitos se pueden extraer de la entrevista con los expertos con la ONCE y el resto de las necesidades que plantea la solución adoptada para poder registrar y consultar los gestos que realicen.

Con los requisitos ya planteados se pasa al diseño y posteriormente al desarrollo y realización del experimento. Como el proceso de diseño es cíclico, cabría la posibilidad de a partir del experimento realizar una nueva investigación y repetir de nuevo todo el proceso.

Diseño experimento

Una vez marcados los objetivos de conocer y comprender mejor las preferencias y limitaciones de uso de pantallas táctiles por parte de usuarios invidentes, se diseña una solución consistente en un experimento para poder llevar a cabo un estudio.

El experimento se diseña a raíz de los comentarios que los expertos realizan durante las entrevistas que se llevan a cabo durante la etapa de investigación y siguiendo el modelo marcado por el experimento “Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance”.

Dicho experimento realiza una recogida de gestos, tanto prefijados como de libre elección, con usuarios ciegos y con usuarios videntes y los compara entre ellos, para analizar las diferencias en la realización y en la preferencia. El estudio se realiza con una tableta de 10”, y en nuestro caso queremos ampliar dicho estudio con un móvil, la pantalla es más pequeña, lo que afecta a la realización de los gestos y amplía las posibilidades con gestos de movimiento.

Así, se diseña un experimento en el que a un usuario ciego se le indicarán una serie de acciones básicas en el uso de un dispositivo móvil con pantalla táctil, y otras acciones un poco más concretas, para las que se pedirá que realice dos gestos diferentes.

Las acciones que se indicarán al usuario son las siguientes:

- Menú contextual

- Ayuda
- Deshacer
- Cambiar de aplicación
- Siguiente
- Anterior
- Aceptar
- Rechazar
- Mover objeto
- Abrir
- Cerrar
- Copiar
- Cortar
- Pegar
- Borrar
- Seleccionar
- Cambiar campo de entrada
- Descolgar
- Colgar

Las acciones a usar se consensuan con los expertos y se adecuan a la duración del experimento, limitado a 40 minutos. El tiempo se limita a 40 minutos debido a varias razones:

- El usuario debe realizar un esfuerzo cognitivo durante la realización y se estima que si la duración es superior a 40 puede suponer demasiada fatiga y podría conllevar perder su atención y estresarle en exceso.
- La ONCE cede un aula para realizar las pruebas dentro de su sede en Madrid pero limita el tiempo con cada usuario a 45 minutos y establece citas cada hora con los usuarios. Con una duración de 40 minutos se disponen de diez minutos antes del experimento para la preparación y guía del usuario al aula y de diez minutos después para volver a guiar al usuario a la salida y realizar anotaciones y cerrar los datos del usuario.
- Con 40 minutos se consigue un buen compromiso entre la fatiga que el usuario sufrirá debido a todos los datos que debe asimilar y todos los gestos que debe pensar y realizar y la cantidad de gestos que realiza para luego poder analizar.

El experimento con cada usuario va a consistir de las siguientes fases:

- Entrevista al usuario: Se realizarán las presentaciones y se realizara una entrevista al usuario para conocer algunos de sus datos personales y datos relativos a sus conocimientos y uso de la tecnología, como si usa móvil, algún otro tipo de tecnología o si usa pantallas táctiles.
- Permiso de grabación: se informará al usuario del interés de grabar el experimento y en caso de que consienta se firmará el documento pertinente.
- Descripción del experimento: Se explicará al usuario el objetivo del experimento, en qué consiste, la duración estimada y que se espera de él.
- Realización del experimento: Se llevará a cabo el experimento en sí, se le indicarán las acciones y realizará los gestos.

- Entrevista final: Se le realizará una entrevista final con preguntas comprometidas que se evitarán en la primera entrevista para no predisponer al usuario y se le preguntará también por la realización del experimento y comentarios que pueda tener.

Entrevista

El experimento comienza con una pequeña entrevista para facilitar las presentaciones y conocer datos personales de interés para el experimento y para clasificar a los usuarios.

Aunque antes de comenzar con la entrevista, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones, como se trata de personas ciegas habrá que recogerlas en la entrada de la sede de la ONCE y guiarlas hasta el aula donde se llevará a cabo la entrevista. Para que no haya ningún problema y tengan confianza con el entrevistador, se pasará por el despacho de los tiflotécnicos de la ONCE para que alguien de su confianza les informe de que todo va como lo previsto.

Una vez que el usuario ya sabe que todo va bien y tiene confianza se le lleva al aula y se comienzan con las presentaciones. Tras las presentaciones se realizará la entrevista en la que se obtendrán los siguientes datos:

- Edad
- Sexo
- Usuario de móvil, en caso de que sea usuario de móvil, qué móvil.
- Usuario pantalla táctil
- Usuario de otras tecnologías
- Nivel de estudios
- Conocimientos sobre smartphones
- Tipo de ceguera y desde cuando

La edad y el sexo son datos necesarios a la hora de analizar los resultados y realizar las estadística, es de especial interés saber si es usuario de móvil y en caso de que lo sea de cuál, también lo es saber si tiene conocimiento y ha usado pantallas táctiles y como dato para conocer la situación del usuario respecto a las tecnologías también se le preguntará sobre si usa otras tecnologías, como el ordenador por ejemplo.

Se le preguntará el nivel de estudios, pero en este caso no es un dato que se presuponga estrictamente necesario o de interés a la hora de analizar los datos. Sí será de interés conocer los conocimientos que pueda tener sobre smartphones, si no los ha usado nunca, si sabe lo que son o no, si los usan a qué nivel,... y por último, el tipo de ceguera, para conocer si el usuario es ciego de nacimiento o adquirido, y en caso de que sea ceguera adquirida hace cuánto.

Todos estos datos son necesarios para el posterior estudio de los datos recopilados y para poder realizar un perfil estadístico de los datos. Para facilitar el trabajo se rellenará una plantilla adjunta en los anexos.

Permiso de grabación

Es de especial interés poder analizar los gestos y cómo maneja el móvil el usuario durante la realización del experimento, para poder analizar con detenimiento y las veces que sea necesario es vital poder grabar el experimento.

Para poder grabar el experimento, se le explicará al usuario la necesidad de grabarlo y se le informará que únicamente se grabarán las manos y que las imágenes se usarán sólo con fines académicos. Al no grabar el rostro y no asociar la imagen a datos personales no es necesario tener en cuenta ningún aspecto de la ley orgánica de protección de datos ya que según el apartado A del artículo 3 “A los efectos de la presente Ley Orgánica se entenderá por: a) Datos de carácter personal: cualquier información concerniente a personas físicas identificadas o identificables”²⁷.

Si el usuario consiente en la grabación del experimento se firmará un documento que así lo refleje, se adjunta en los anexos el documento.

Descripción del experimento

Tras la entrevista inicial y el permiso de grabación se procede a describir el experimento al usuario. En este punto es importante explicar el objetivo del experimento: conocer sus preferencias y detectar las dificultades en el uso de móviles con pantalla táctil; animar al usuario a que realice comentarios y de opiniones durante la realización para poder tener más información y describir en qué consiste el experimento y la duración estimada para que pueda hacerse una idea a priori.

Para que el experimento se produzca en las mismas condiciones para todos los usuarios que lo realicen, se procede a realizar el texto que se leerá a todos antes de comenzar y que se adjunta en el anexo.

Realización del Experimento

La realización del experimento consiste en guiar al usuario diciendo cada acción para la que tiene que realizar dos gestos, preguntarle de qué tipo va a realizar la acción y manejar la aplicación para grabar los gestos y solventar los problemas que se puedan encontrar con el usuario. Es importante realizar preguntas constantemente para que el usuario realice comentarios sobre los gestos que realiza.

De nuevo se realiza un texto para que todos los usuarios reciban la misma información, se adjunta en el Anexo.

Entrevista final

Tras finalizar el experimento es importante recoger los comentarios del usuario sobre el mismo por si fuera necesario plantearse el rediseño o algún cambio a raíz de lo que pueda sugerir. También es importante realizar una entrevista final en la que se pueda extraer si el usuario tiene interés en que haya avances en el campo de las pantallas táctiles y tiene inquietudes al respecto, de esta manera, se espera que un usuario que no muestre interés en este sentido haya sido menos colaborador con el experimento.

Por último, se hablará con el usuario para intentar extraer comentarios sobre el uso cotidiano del móvil y de las pantallas táctiles si las usa y si no las usan los motivos para ello y todo tipo de comentarios que se puedan extraer. Se rellenará la plantilla adjunta en el anexo.

Los datos de cada usuario se recopilarán en tablas, para la posterior consulta de forma rápida, rellenando las tablas de datos personales, tabla 24, y la tabla de recopilación de gestos, tabla 25:

Usuario nº	Edad	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances

Tabla 24 – Tabla datos de participante

Usuario nº:	
Operación:	
Comentarios	Imagen gesto 1
Comentarios	Imagen gesto 2
Operación:	
Comentarios	Imagen gesto 1
Comentarios	Imagen gesto 2

Tabla 25 - Recopilación gestos participante

Diseño sistema

Para poder llevar a cabo el experimento diseñado, es necesario diseñar y desarrollar un sistema que permita grabar gestos táctiles y de movimiento y poder consultarlos después para su estudio. En este caso pasa por el desarrollo de una aplicación móvil y el diseño y configuración de un sistema para su ejecución.

Contexto del sistema

Con el contexto del sistema se va a situar dentro de qué marco se encuentra la aplicación a desarrollar para poder obtener una visión generalizada del sistema.

En este caso contamos con dos usuarios, el experimentador y el ciego, el experimentador va a interactuar con la aplicación eligiendo las opciones que ofrece para recopilar gestos o consultarlos, cuando haya elegido la opción correspondiente será el usuario ciego el que pase a interactuar con la aplicación realizando el gesto.

La aplicación debe ejecutarse en dispositivos móviles con pantalla táctil y con sensores de movimiento y aceleración, es imprescindible que el sistema de ejecución cumpla con estos requisitos para que la aplicación pueda cumplir con todas sus funcionalidades.

Alternativas de diseño

Como la aplicación debe poder ejecutarse en un móvil, se plantean tres alternativas para el diseño de la aplicación: desarrollo de una aplicación en Java para Android, desarrollo de una aplicación en Objective-C para iOS o desarrollo de una aplicación web orientada a móviles.

	Sistema operativo	Lenguaje programación	Comentarios
Alternativa 1	Android	Java	Limitado a móviles y tabletas con el sistema operativo Android
Alternativa 2	iOS	Objective-C	Limitado a dispositivos Apple, iPhone y iPad
Alternativa 3	Cualquiera con navegador web compatible	HTML5 + JavaScript	Extensible a cualquier dispositivo que pueda ejecutar un navegador web compatible con la aplicación, posibilidad de ejecución en entornos de escritorio, Android, iOS, Windows Phone,...

Tabla 26 - Alternativas diseño

De las tres alternativas, se decide llevar a cabo la tercera, desarrollo de una aplicación web en HTML5 y JavaScript, debido a que no limita el sistema operativo a ejecutar y permite que la aplicación se use posteriormente en otros dispositivos como tabletas, e incluso portátiles y ordenadores de sobremesa si tuvieran pantalla táctil y ampliar también los campos del estudio en un futuro.

Así, la aplicación está desarrollada en HTML y JavaScript, usando hojas de estilo CSS para la correcta visualización en los navegadores web. Estos recursos pueden ser usados teniendo una copia local de los mismos en el dispositivo y abriéndolos con un navegador o ejecutando la aplicación desde un servidor.

En este segundo caso, sería necesaria conexión a internet para poder acceder desde el navegador a la página web pero permitiría a todos los usuarios que quisieran acceder a la aplicación sin necesidad de tener los recursos de forma local en su dispositivo.

Se puede ver de forma visual en la ilustración 9.

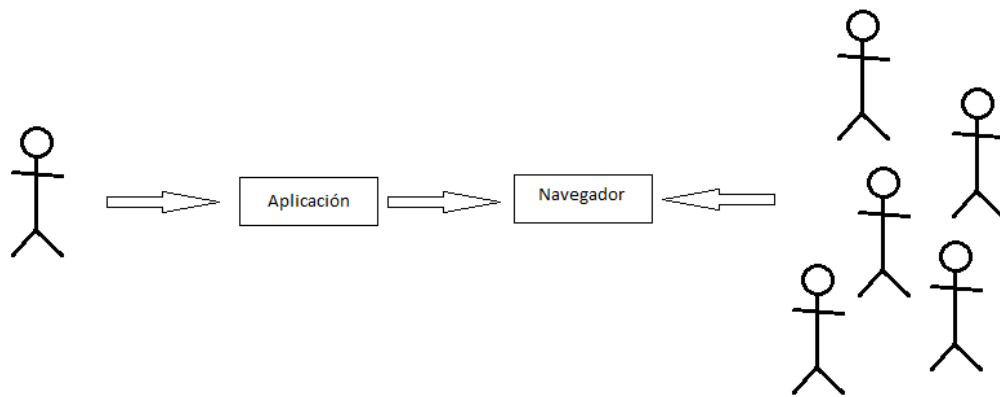


Ilustración 9 - Ejecución de la aplicación

Un usuario puede acceder a la aplicación si la tiene de forma local, y varios usuarios pueden acceder a la aplicación si esta se encuentra alojada en un servidor y accesible desde un sitio web.

Arquitectura software

A continuación se va a pasar a definir la arquitectura software que sigue la aplicación para poder continuar con la visión generalizada del sistema.

En el caso a tratar contamos con una aplicación muy sencilla, las vistas y la lógica son tremendamente sencillas por lo que se ha optado por una arquitectura de cliente-servidor. El almacenamiento se realiza de forma local en el móvil y no se prevé que haya un gran número de usuarios simultáneos se espera que no haya congestión en el tráfico.

Por otro lado, la aplicación necesita unos recursos realmente básicos debido a que no realiza operaciones complejas de cómputo ni soporta gran tráfico, pudiendo ejecutarse en un servidor limitado, y por tanto económico gracias a no tener necesidades de hardware o software muy altas.

El único inconveniente es la posibilidad de caída del servidor, en este caso complicada por exceso de tráfico o de cómputo, pero siempre posible por problemas físicos, como cortes de luz o caídas de servicio. Como se ha mencionado anteriormente, también se puede ejecutar la aplicación sin necesidad de servidor, teniendo los ficheros fuente en el dispositivo y ejecutándolos, aunque al ejecutar desde un servidor pueden varios móviles ejecutar la aplicación a la vez y en caso de introducción de cambios sólo hay que modificar los ficheros del servidor y no en todos los dispositivos.

Hasta hace no mucho, otro de los problemas era la imposibilidad de persistir en el dispositivo del usuario sin mostrar una pantalla pertinente en el navegador o bajando un archivo, sin embargo HTML5 permite almacenar una pequeña cantidad de pares nombre valor que para la aplicación son suficientes mediante LocalStorage²⁸.

La arquitectura cliente-servidor se basa en dos elementos:

- Servidor: Ejecuta las tareas, es un proveedor de recursos o servicios. Recibe peticiones y las da respuesta.
- Cliente: Demandante de recursos o servicios, realiza peticiones.

En la ilustración 10 podemos ver de forma gráfica el modelo de la arquitectura cliente servidor:



Ilustración 10 - Arquitectura cliente-servidor

Diseño aplicación

Por tanto, se va a diseñar una aplicación que permita grabar gestos táctiles y de movimiento y consultarlos posteriormente.

Para poder permitir el acceso a estas tres funcionalidades habrá un menú principal con un botón para seleccionar cada una de ellas. Al acceder a las pantallas de grabación de gestos, tanto táctiles como de movimiento se mostrará la pantalla totalmente en blanco, y en el caso

del gesto táctil se irá mostrando en pantalla el trazo según lo realice, y para ambos gestos se mostrará un botón de fin al terminar el gesto que al pulsarle regrese al menú principal.

Para la consulta de gestos se listará los gestos de forma numerada y por tipo de gesto, para los gestos táctiles se ofrecerá la posibilidad de ver en pantalla una reproducción del trazo según lo realizó el usuario ciego, mientras que tanto para los gestos táctiles como los de movimiento se ofrecerá la posibilidad de consultar un fichero de texto con los datos del gesto.

El fichero de texto sigue un formato xml, diseñado especialmente para la aplicación, en los gestos táctiles se muestra para cada dedo en contacto su id –siendo el primer dedo en contacto 0, el segundo 1, y sucesivamente- y cada toque que realice el punto de la pantalla en el que se hace contacto mediante sus coordenadas –x, y-. Para el gesto de movimiento cada 100 ms se registrará los datos de los sensores y se podrá ver en el fichero xml cada captura de estos datos, la aceleración de cada eje, los ángulos respecto a los ejes y las rotaciones.

Un pequeño ejemplo del formato del fichero xml sería el que se muestra en la ilustración X.

```
<gesture>
  <touch>0</touch>
  <point>
    <x>459</x>
    <y>0</y>
  </point>
  <point>
    <x>456</x>
    <y>33</y>
  </point>
  <point>
    <x>450</x>
    <y>94</y>
  </point>
</gesture>
```

Ilustración 11 - Ejemplo fichero xml

Prototipos de la interfaz

Para poder obtener una visión preliminar del aspecto que tendrá la interfaz de la aplicación se van a llevar a cabo una serie de prototipos, de esta forma, el cliente puede hacerse una idea de la apariencia final pudiendo realizar cambios si lo desea antes de comenzar el desarrollo y evitando un incremento de costes y de tiempo de desarrollo.

Además, es una primera toma de contacto que puede ayudar al cliente y a los analistas a detectar fallos que se hayan podido llevar a cabo en la etapa de diseño o a encontrar nuevos requisitos de la aplicación.

Seguidamente podemos ver los primeros prototipos de bajo nivel de la interfaz de la aplicación.

Menú principal

En la ilustración 12, podemos ver la pantalla del menú principal donde podremos seleccionar entre las tres funcionalidades principales de la aplicación: grabación de un gesto táctil, grabación de un gesto de movimiento o consulta de los gestos grabados.

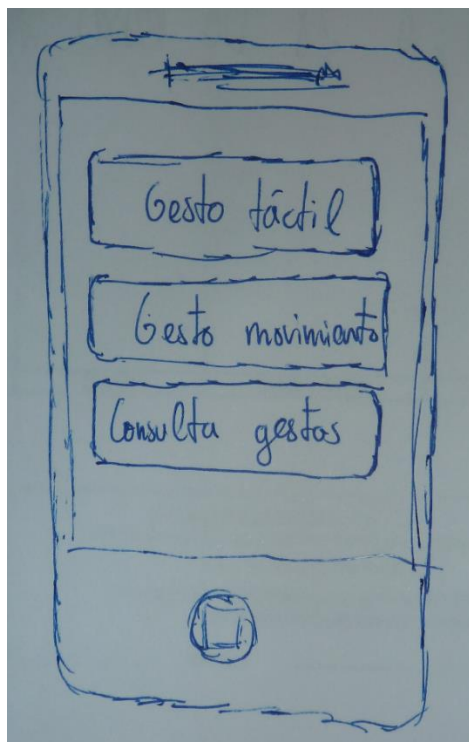


Ilustración 12 - Menú principal

Gesto táctil

En la pantalla de gesto táctil es en la que el usuario ciego realizará dicho gesto y se grabará, en un inicio la pantalla aparecerá en blanco, según realice el gesto aparecerá el trazo en la pantalla, y cuando levante el dedo y termine el gesto aparecerá un botón con el mensaje FIN que al pulsarle llevará de nuevo al menú principal, como se ve en la ilustración 13.

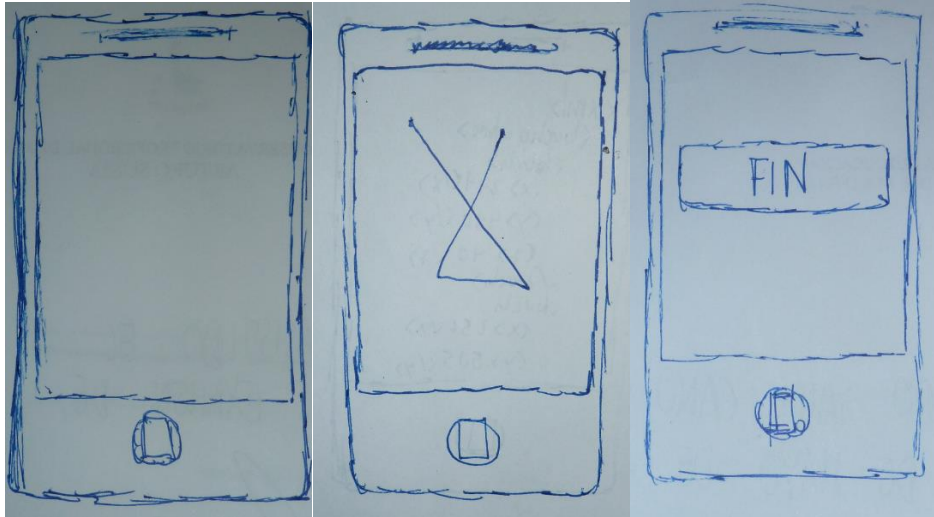


Ilustración 13 - Gesto táctil

Gesto movimiento

En la pantalla de gesto movimiento es en la que el usuario ciego realizará dicho gesto y se grabará, en un inicio la pantalla aparecerá en blanco, cuando realice el gesto la pantalla permanecerá en blanco y cuando deje el móvil quieto terminará el gesto y aparecerá un botón con el mensaje FIN que al pulsarle llevará de nuevo al menú principal, como se ve en la ilustración 14.

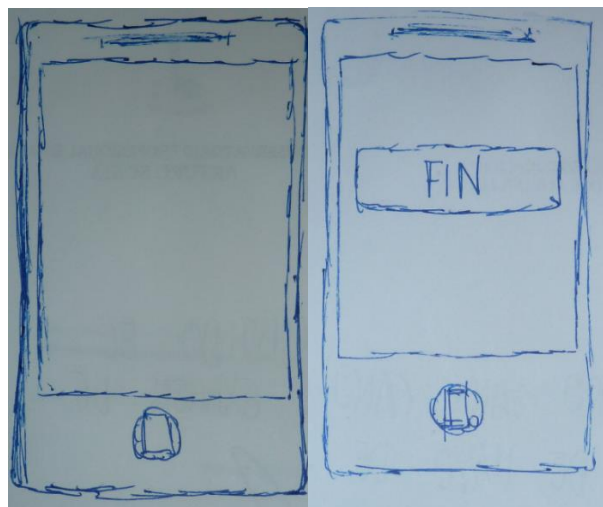


Ilustración 14 - Gesto movimiento

Consulta de gestos

En la pantalla de consulta de gestos el experimentador podrá consultar los gestos grabados previamente, tanto táctiles como de movimiento. Se puede ver en la ilustración 15.

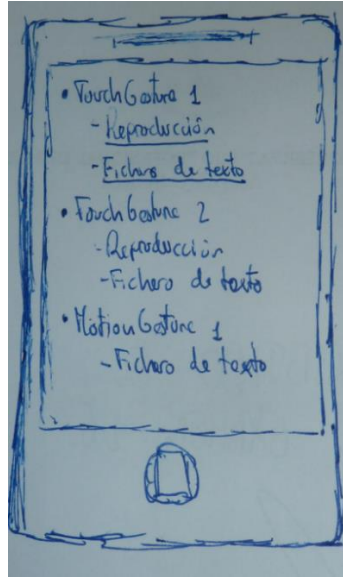


Ilustración 15 - Consulta de gestos

Fichero de texto

Cuando se seleccione en el menú de consulta de gestos la opción de fichero de texto se visualizará en pantalla el fichero xml con los datos del gesto grabado como se ve en la ilustración 16.

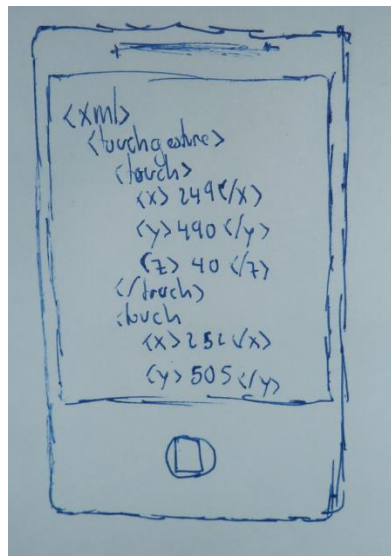


Ilustración 16 - Fichero de texto

Reproducción de gesto táctil

Cuando se seleccione en el menú de consulta de gestos la opción de reproducción de gesto táctil se visualizará en pantalla la realización del gesto tal y como la realizó el usuario como se ve en la ilustración 17.

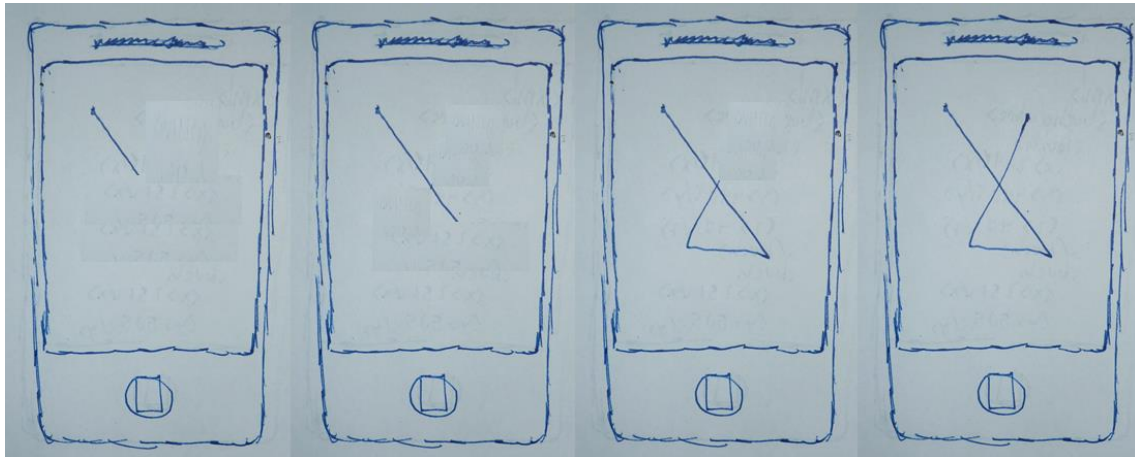


Ilustración 17 - Reproducción gesto táctil

Diseño equipo tecnológico

Por último se diseña el sistema en el que se va a ejecutar, en nuestro caso un móvil con pantalla táctil, en concreto un iPhone 4S, ya que cumple con todos los requisitos, tiene pantalla táctil, sensor de aceleración y giroscopio, además, su tamaño de pantalla no es excesivo hasta el punto de ser un móvil a medio camino entre un móvil y una Tablet.

Para la correcta ejecución de la aplicación, el sistema debe tener un navegador web compatible con todas las tecnologías usadas, como por ejemplo safari que viene instalado por defecto, aunque en nuestro caso usaremos el navegador Atomic Lite que permite el modo pantalla completa, necesario para ejecutar algunas páginas de la aplicación y no perder ninguna parte de la pantalla.

Por último, se realiza una modificación sobre el dispositivo para permitir al usuario invidente poder saber mediante el tacto dónde comienza la pantalla, esto es necesario debido a que en la mayoría de pantallas táctiles no hay bordes físicos que se puedan detectar al tacto como se puede ver en la ilustración 18.



Ilustración 18- Pantalla táctil sin bordes físicos

Por ello, se ha ideado una solución consistente en recortar un protector de móvil dejando libre la parte de la pantalla, de tal manera que al tacto se puede detectar dónde empieza la pantalla y así evitar errores en la recogida de gestos. Se puede ver la solución en la ilustración 19.



Ilustración 19 - Solución pantalla táctil con borde

5. Experimento

Pese a que la conciencia sobre los problemas de accesibilidad cada vez es mayor, no deja de ser todo un reto diseñar una aplicación para pantallas táctiles accesible para personas ciegas, en gran parte porque se tiene un conocimiento muy limitado y hay una carencia de comprensión en cómo las personas ciegas usan las pantallas táctiles.

Se ha llevado a cabo un estudio de elección de gestos para personas ciegas con 8 usuarios a partir del cual se han obtenido algunas conclusiones sobre la preferencia de uso de estos usuarios y algunas limitaciones y recomendaciones en su uso.

Introducción

Pese a que las interfaces basadas en pantallas táctiles no hace mucho que empezaron a usarse, se han expandido rápidamente siendo común que estén en una amplia gama de dispositivos que usamos en el día a día. Se han convertido en la principal forma de interacción en la mayoría de dispositivos, por lo que es vital que sean usables por cualquier persona, incluida una persona invidente.

Las primeras pantallas táctiles y la tecnología y software que la acompañaba dejaron totalmente de lado a éste sector, siendo completamente imposible que una persona ciega la usara hasta el punto que Stevie Wonder, uno de los artistas ciegos más famoso, hizo un llamamiento en el Consumer Electronics Show del 2009 para que las empresas diseñaran teniendo en cuenta a las personas ciegas²⁹.

Ese mismo año, Google y Apple presentaron software de lectura de pantalla y ahora todos los dispositivos con Apple iOS lo traen preinstalado y la mayoría de dispositivos con Android también. Sin embargo, pese a que las grandes empresas hayan empezado a tener en cuenta a los usuarios ciegos, sigue siendo un reto para los usuarios y diseñadores de aplicaciones el conseguir que las pantallas táctiles sean accesibles.

Esto es debido a una gran cantidad de problemas, no existe un estándar en cuanto al diseño de gestos para invidentes, pese a que hay soluciones, cada uno implementa su propia solución sin alcanzar un consenso entre ellos. Mientras que diseñar una aplicación para personas videntes es muy sencillo gracias a la gran consistencia de gestos en todas las plataformas, para personas invidentes ocurre justo lo contrario.

Por otro lado, el tamaño de las pantallas táctiles varía desde el tamaño de un reloj, al de un móvil, una tableta, monitores de ordenador o pantallas de muchas pulgadas, por lo que el diseño se complica siendo necesario una solución para cada tamaño de pantalla, haciendo que el planteamiento varíe de un dispositivo a otro.

Además, aunque una persona vidente y una invidente usen el mismo hardware, es presumible que no van a usarlo de la misma y que hay que aportarle otro tipo de feedback a una persona invidente que a una vidente para que pueda obtener la información suficiente para trabajar.

Por ello se va a realizar este estudio de elección de gestos para poder comprender mejor los gestos que realizan las personas invidentes, sus preferencias, las limitaciones que

experimentan en el uso y las particularidades y diferencias que pueden tener respecto a un usuario vidente en el uso de las pantallas táctiles de móviles.

Trabajos previos

El estudio a realizar se basa en el estudio “Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance” realizado sobre una tableta Lenovo de 10” y que compara la elección de gestos entre personas videntes e invidentes y la realización de gestos prefijados entre ambos.

El caso que se trata en este estudio utiliza un móvil de 4.5” y se centra únicamente en la elección de gestos de personas ciegas para comprender sus preferencias y limitaciones en el uso de interfaces táctiles en teléfonos inteligentes.

Como se ha comentado, hay que plantearse de manera separada la interacción con pantallas de diferentes tamaños, así, con este estudio se busca ampliar el realizado sobre la tableta de 10”.

Se han realizado más estudios sobre cómo diseñar interfaces para pantallas táctiles orientadas a usuarios ciegos, uno de los mejores es “The Framy User Interface for Visually-Impaired Users” que trata una solución de aplicación con interfaz que soporta usuarios con discapacidad visual.

Estudio: Elección de gestos

Para comprender mejor la preferencia de gestos que una persona ciega prefiere para interactuar con una pantalla táctil en un móvil, se va a pedir a los participantes ciegos que inventen gestos para una serie de acciones comunes en el uso de móviles.

Participantes

Se ha llevado a cabo dos experimentos piloto, uno de ellos con un usuario con un resto de visión del 60% y otro con un usuario ciego para poder detectar alguna falta grave antes de comenzar con el experimento por si la hubiera.

Tras la prueba piloto, se han reclutado 8 participantes, 4 hombres y 4 mujeres, edad media 61.1 (desviación estándar SD: 11.29). A los participantes se los va a catalogar en función de si poseen conocimientos sobre teléfonos inteligentes o no, y en caso de que posean conocimientos en tres categorías:

- Usuario avanzado: actualmente puede realizar lo que se proponga con el móvil y explotar todas sus posibilidades.
- Usuario medio: puede realizar acciones comunes, llamar, enviar mensajes, realizar navegación sencilla y usar algunas aplicaciones, no es capaz de explotar todas las posibilidades del móvil.
- Usuario básico: puede llamar y recibir llamadas, tiene problemas para realizar la mayoría de las acciones y lleva poco tiempo usando el móvil.

De los ocho usuarios, uno no tiene conocimientos sobre teléfonos inteligentes, el resto tienen conocimientos sobre teléfonos inteligentes, dos de ellos eran de nivel básico, tres de ellos de nivel medio y dos de ellos de nivel avanzado.

Fueron reclutados a través de los expertos de la ONCE, no fueron remunerados por la realización del experimento. Todos ellos usan móvil y ordenador, uno de ellos nunca ha usado pantallas táctiles, cinco usan pantalla táctil con regularidad y uno de ellos de forma muy puntual. Todos los participantes son diestros.

Dos de los participantes son ciegos congénitos, el resto son ciegos adquiridos, la mayoría de ellos a temprana edad, llevando el participante que menos 26 años ciego. Ninguno de ellos ha usado móvil o pantalla táctil teniendo visión todavía.

Todos los participantes excepto uno acudieron solos al experimento, manifestaron su interés por lograr mayor autonomía a través de la tecnología y demostraron tener inquietudes por lograr mejorar los dispositivos actuales.

Aparato

Los participantes realizan el experimento sobre un iPhone 4s, con pantalla táctil de 4,5". El móvil ejecuta iOS 7.1.2 y una aplicación desarrollada en HTML5 y JavaScript que graba los toques en la pantalla o los movimientos del móvil según indique el experimentador. Se añade al dispositivo un salvapantallas que permite delimitar al tacto los márgenes de la pantalla, ilustración 20.

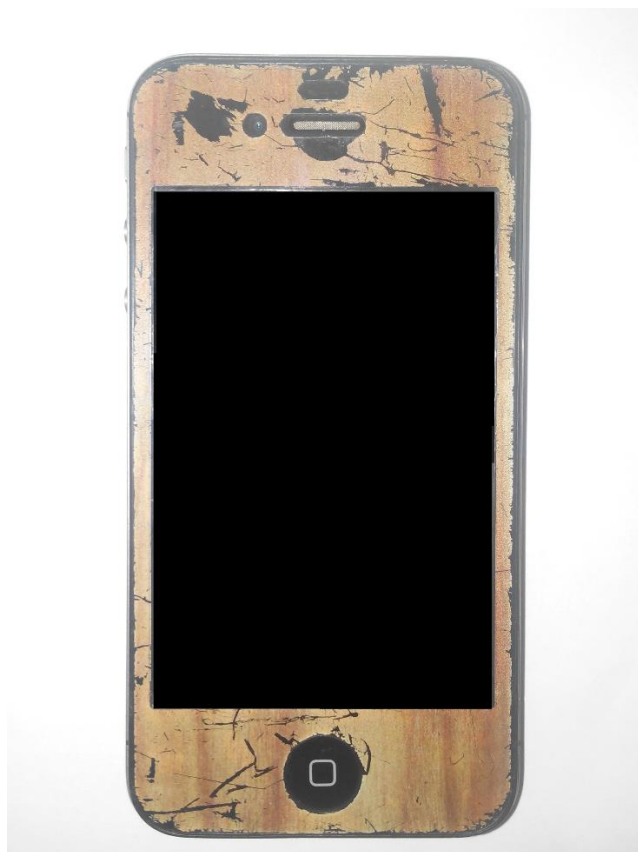


Ilustración 20 - Móvil experimento

Una cámara graba algunas de las partes del experimento, estando enfocada a las manos y el dispositivo mientras se realiza el experimento y una grabadora de voz graba todo el experimento para poder recopilar los datos cuando el usuario piensa en voz alta.

Procedimiento

Para la realización del experimento, el experimentador se sienta en frente del participante con el dispositivo en manos del participante o delante suya. El móvil está bloqueado, y se permite al usuario tocarle todo lo que quiera para orientarse en él y responder a sus preguntas respecto al dispositivo.

Antes de comenzar con el experimento, se le realiza una entrevista para obtener datos personales y relativos a sus conocimientos y hábitos de uso de tecnología y en concreto de interfaces táctiles y móviles inteligentes. Se le solicita permiso de grabación y se le explica que el móvil ejecuta una aplicación que graba los contactos que realicen con la pantalla o los movimientos del móvil. Para que pueda ponerse en situación y no se agobie se le da una indicación de la duración aproximada del experimento, en este caso, 40 minutos.

Una vez que el participante está listo para realizar el experimento se le explica en qué consiste su cometido. Se le explica que debe inventar una serie de gestos para acciones que se le darán, se le indica que no recibirá feedback, más allá de las indicaciones que le pueda dar el experimentador en caso de que lo crea necesario. En todo momento se evitan realizar alusiones a algún sistema operativo para evitar que asocien los gestos a algunos que ya conozcan.

Las acciones que deben realizar son: menú contextual, ayuda, deshacer, cambiar de aplicación, siguiente, anterior, aceptar, rechazar, mover objeto, abrir, cerrar, copiar, cortar, pegar, borrar, seleccionar, cambiar campo de entrada, descolgar y colgar.

Las acciones se limitan a aquellas que tienen efecto en interfaces no visuales, como no se muestra feedback, al decirle cada acción al participante se le lee una pequeña descripción de los efectos que desencadenaría.

Para cada acción se le solicita al participante que realice dos gestos, como algunos de los participantes puede reconocer el móvil al tacto se presupone que aunque no quieran asocien alguna de las acciones que ya conocen al gesto que ya realizan, se les solicita dos gestos diferentes para intentar forzarles a que piensen algo diferente a lo que ya conocen, y en caso de que no lo asocien a alguna acción que ya conozca o porque no conozcan se amplía el número de gestos.

Para cada gesto que realice el participante se le da la opción a elegir entre si quiere realizar un gesto táctil o un gesto de movimiento, se le explica al usuario en qué consiste cada uno de ellos. Durante la realización, para cada acción se le lee la descripción, y se le pregunta por el tipo de gesto que quiere realizar, el experimentador selecciona la pantalla del dispositivo la opción y el usuario la realiza.

Mientras realiza el gesto o después de la ejecución se le anima a que diga en voz alta por qué realiza dicho gesto y a que intente justificarlo. Continuamente se le recuerda que puede realizar preguntas o sugerencias para proporcionarnos más información o para que le aclaremos sus dudas.

Resultados

Cada participante debe inventar 2 gestos diferentes para cada acción de las 19 dadas, como son ocho usuarios lo que realizan el experimento satisfactoriamente tenemos un total teórico de $2 \cdot 19 \cdot 8 = 304$ gestos, sin embargo, algunos de los usuarios son incapaces de crear un segundo gesto para algunas de las acciones, en otras ocasiones al detectar que el móvil de la prueba tiene un botón físico se remiten al botón físico e incluso para algunas acciones declaran que usarían Siri. Por tanto, el número total de gestos recogidos es de 276 gestos, 264 gestos táctiles y 12 gestos de movimiento.

Como se suponía, algunos usuarios detectan que el móvil es un iPhone al ser usuarios de éste dispositivo, y esto se ve reflejado en que algunos se remiten al uso del botón para algunas acciones e incluso al uso de Siri. Por otro lado, tanto los que ya son usuarios de iPhone como los que no aprovechan de forma intensiva el poder detectar al tacto los límites de la pantalla.

Alguno de los usuarios de iPhone nos explica que para saber dónde comienza la pantalla suelen deslizar el dedo hasta llegar a la zona superior derecha de la pantalla, donde se encuentra el indicador de batería, y ahí el software VoiceOver de Apple les indica la cantidad de batería que tiene el móvil y ya saben que están en la pantalla, en este caso, como no había ningún tipo de feedback auditivo y se ejecutaba la aplicación a pantalla completa, era imprescindible el uso del salvapantallas que les permitía detectar los bordes y así lo hacen saber los participantes.

Valoración

Tras pedir a los participantes una valoración de los gestos todos destacaron una preferencia por el primer gesto realizado de los dos que se pedían para cada acción, aunque destaca que todos dijeran que la asociación del gesto con la acción era muy alta y sobre todo, que valoren sus gestos como muy sencillos, siendo en muchos casos el único argumento tras la realización de algunos gestos.

Propiedades de los gestos

Para analizar las propiedades de los gestos vamos a analizar algunas características, como el número de toques, la localización y el multi-toque.

Número de toques

La media del número de toques es de 1.29 toques por gesto, con una desviación estándar de 0.56, quedando patente una preferencia por gestos con un único toque, siendo corriente que en alguna ocasión usen dos y extraordinario que se produzcan más de dos toques.

Los participantes, por otro lado, dotan de una especial importancia al número de dedos, número de toques, duración del toque y zona en la que se realiza el contacto, tomando diferente

significado el gesto en función de estos parámetros. Por ello para algunos gestos toma especial relevancia el número de toques dados.

Localización

Los usuarios que ya han interactuado con interfaces táctiles tienden a usar más la pantalla, realizando algunos gestos en el centro de la pantalla sin tomar referencias, sin embargo, los usuarios que han tenido poco contacto con pantallas táctiles buscan las referencias de los bordes de la pantalla y rara vez realizan un gesto en el medio de la pantalla.

Así, de los 262 gestos táctiles, 58 toman como referencia para su realización una esquina o un lateral de la pantalla. Por otro lado, son varios los usuarios que toman como gesto diferente una misma acción realizada en zonas diferentes de la pantalla, por lo que la localización de la realización del gesto es vital para algunos participantes.

Multitouch

En el caso de la realización de gestos multitouch se hace de forma muy natural, de los 262 gestos 58 han sido multitáctiles, en este caso algunos eran gestos muy naturales como los gestos de pinch (zoom-in) y en otras ocasiones el gesto multitáctil venía de una diferenciación respecto por ejemplo al número de dedos con el que golpean la pantalla.

Aquí de nuevo se encuentra relevante para algunos participantes que diferencian entre golpear la pantalla con un dedo, dos o tres, o cuando deslizan el dedo, cobra diferente significado si lo realizan con un dedo dos o tres.

Conclusiones

La preferencia por gestos táctiles es abrumadora, de hecho, de los 276 gestos sólo 12 son de movimiento, de los cuales 7 los realizó el mismo participante, y el resto los realizaron participantes como segunda opción de gesto para algunas acciones, siendo casi siempre una repetición del gesto que habían realizado sobre la pantalla pero moviendo el móvil.

El usuario que realizó la mayoría de gestos de movimiento era un usuario de iPhone habitual y muy avanzado pese a la ceguera, comentó que al no ver crea inseguridad el mover el móvil por la posibilidad de golpear algún objeto o que se caiga y no encontrarlo o que sufra daños, propone que se den alternativas para poder realizar algunas acciones de las dos maneras, táctil y de movimiento, para favorecer el uso de algunos usuarios avanzados, pero también da a saber que la mayor parte de los usuarios nunca los usarán.

Por otro lado, queda patente la preferencia por gestos muy sencillos, siendo los gestos más predominantes el tap (toque simple) y el flick (deslizar el dedo), son la aplastante mayoría de gestos, y para poder realizarlo sobre diferentes acciones los diferencian en el número de dedos en que se realiza, la zona en la que se realiza y la duración de los toques.

Generalmente, pese a tener que crear una gama teórica de 38 gestos, muchos se repiten constantemente, como era de esperar, lo que hace que se concluya que en caso de realizar una

gama de gestos para invidentes no habría de realizarse una gran cantidad de gestos. La forma de uso de una interfaz con retroalimentación auditiva varía bastante respecto a una visual, siendo más lineal en el uso, razón por la que el flick horizontal y vertical son dos gestos muy usados de forma natural por los ciegos para desplazarse.

Por esta misma razón, el tap es la forma estrella de aceptar, seleccionar, abrir y otra multitud de acciones, ya que es muy sencilla y junto con el flick permite realizar la mayor parte de las acciones sin gran dificultad. Sin embargo, cuando se presentan acciones más complejas, difíciles de identificar únicamente con un deslizamiento de dedo o un golpe surgen más problemas.

Algunos usuarios realizan los mismos atajos de teclado que harían sobre un ordenador personal pero sobre la pantalla, así para copiar simulan Ctrl+C –y de nuevo queda patente que la localización es muy importante para ellos, ya que una de las participantes como primera alternativa de gesto de copiar escogió realizar Ctrl+C como si hubiera un teclado sobre la pantalla, y como segunda opción de gesto Ctrl+C pero especificando que usaría el Ctrl de la otra parte del teclado-.

Otro de los gestos recurrentes son las letras, así, la C para copiar, la X para cortar o eliminar, la V para pegar han sido elegidos por varios de los usuarios, al igual que asociaciones lógicas, como la interrogación para pedir ayuda o pasar el dedo como si fuera un borrador para eliminar o borrar.

Por otra parte, cabe destacar que varios participantes usaron la mano completa o varios dedos sobre la pantalla como “tapando” zonas de la pantalla o la pantalla completa como gestos, sin embargo, en la grabación del gesto solo se graban unos cuantos puntos de contacto, por lo que algunos gestos que pueden ser sencillos de realizar pueden tener la limitación que sean difíciles de identificar.

Ante los comentarios de la mayoría de participantes hay una línea bastante común, piden una estandarización para no tener que aprender a usar cada móvil, y así poder cambiar de un dispositivo a otro, también piden estandarización dentro de un mismo dispositivo, ya que destacan que en función de la aplicación los elementos se sitúan en una zona u otra. Las guías de diseño de Android y Apple ya tienen en cuenta estos aspectos, pero no siempre se siguen al pie de la letra.

Otro de los aspectos fundamentales es la existencia de botones físicos, dota de especial seguridad a un usuario ciego el que haya algo que no se vaya a mover y haga lo mismo siempre.

Todos los usuarios demostraron destreza en el uso de la pantalla táctil, hay diferencias notables respecto a usuarios videntes, la principal es que usan el móvil sin mirarlo, lo que es lógico, pero no deja de ser llamativo, algunos usuarios lo dejan apoyado sobre la mesa, otros lo cogen pero se lo dejan en el regazo, otros lo cogen de lado –aunque luego realicen los gestos como si estuviera en la posición vertical- pero ninguno tiene problemas para interactuar con la pantalla táctil, inclusive un usuario que nunca había utilizado dispositivos con pantalla táctil y otro usuario que reconoció solo haberla probado en un móvil de un compañero.

Como también era previsible, todos los usuarios destacan la necesidad de feedback auditivo, y la mayoría destaca que la vibración es un feedback molesto, sobretodo porque deben estar tocando todo el rato el dispositivo y la vibración les complica el uso, limitándole a la

recepción de llamada como el único caso en el que le ven útil. Además de la presencia de un botón físico que se comentó antes, destacan el que el móvil pueda entender órdenes de voz, apareciendo Siri en varios de los gestos.


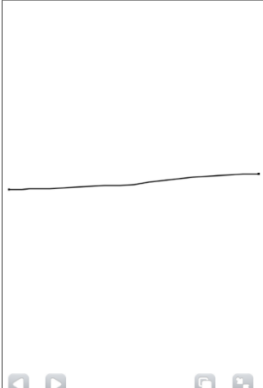
Es normal que siendo toda la retroalimentación auditiva la entrada también sea por voz, es una solución natural. Pese a ello, ninguno de los usuarios puso pegas a la pantalla táctil, y demostraron total solvencia en su uso, sobre todo si tenemos en cuenta que la edad media de los participantes es superior a sesenta años.

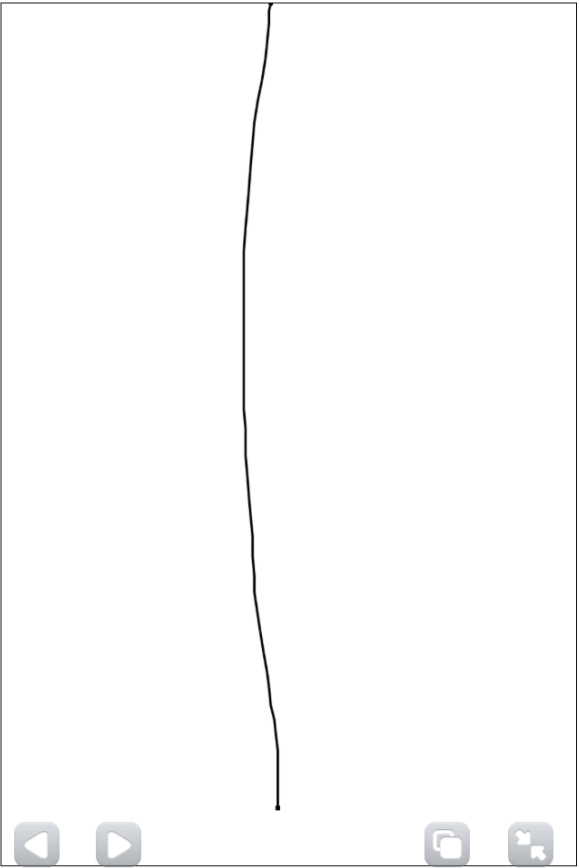
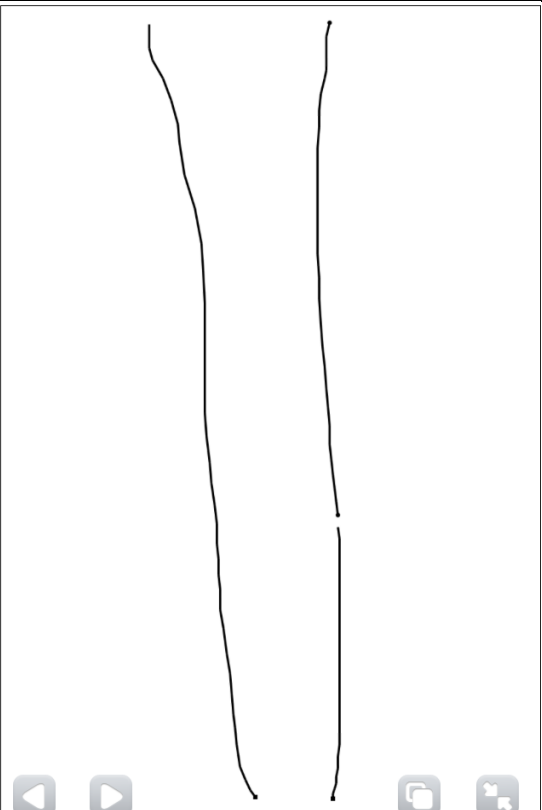
Recogida de datos

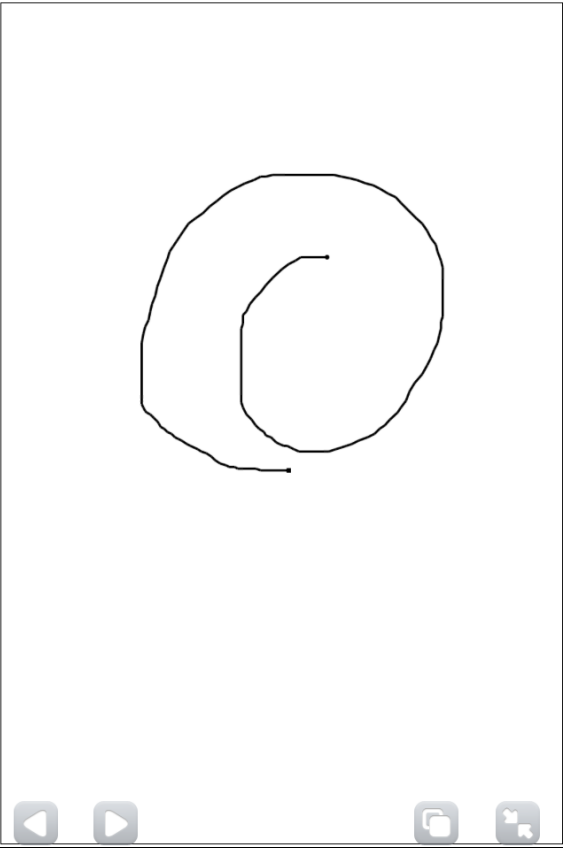
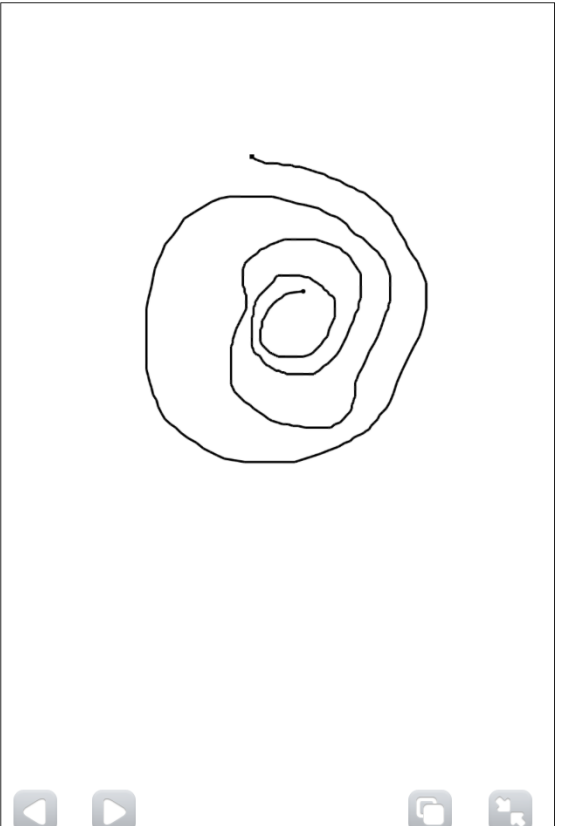
Para el estudio de los datos de cada participante se ha rellenado una serie de tablas que se elaboraron en la etapa de diseño, como ejemplo mostramos la realizada para el participante uno. Todos los datos pueden ser consultados en el anexo 4.

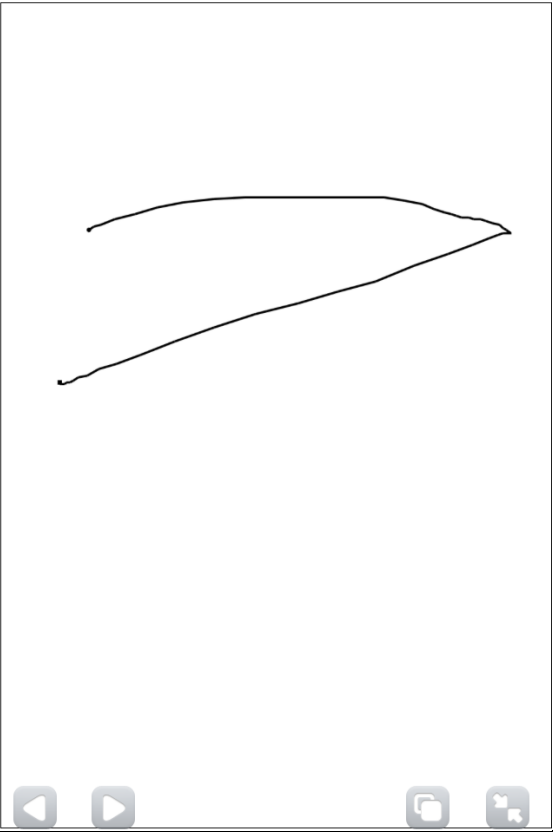
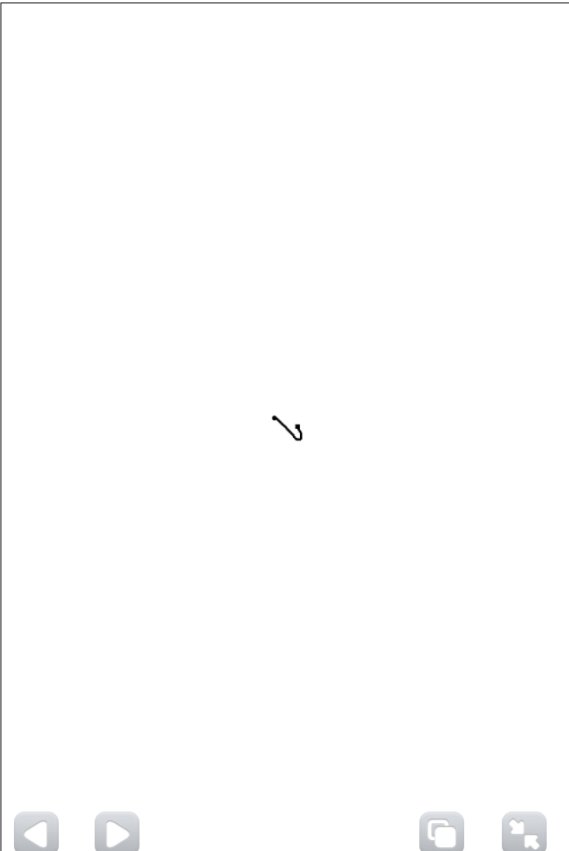
Usuario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
1	68	Mujer	Sí (iPhone)	Sí	Móvil sin pantalla táctil, ordenador personal – Windows 7-	Adquirida	Sí

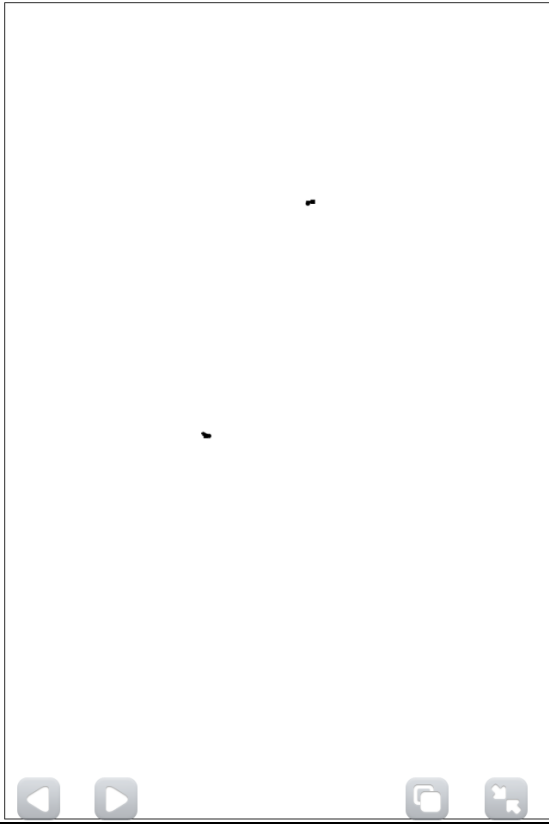
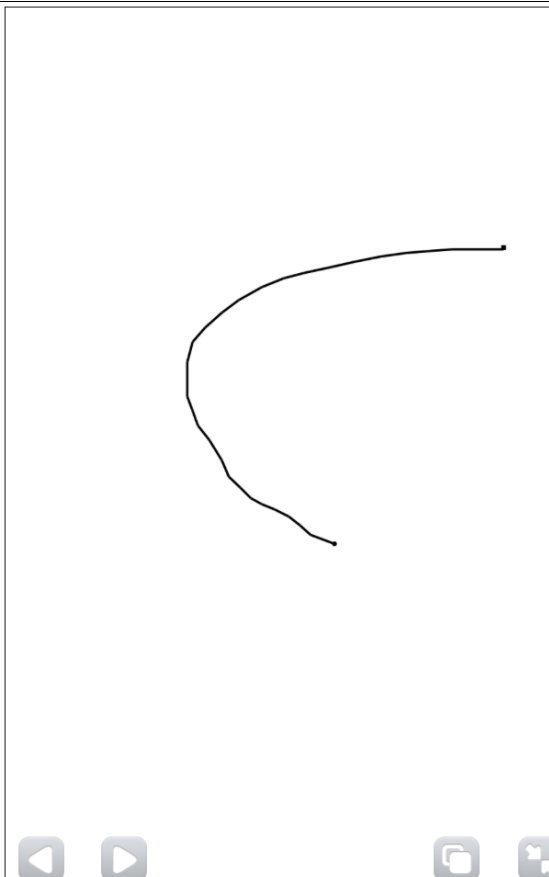
Tabla 27 - Datos participante 1

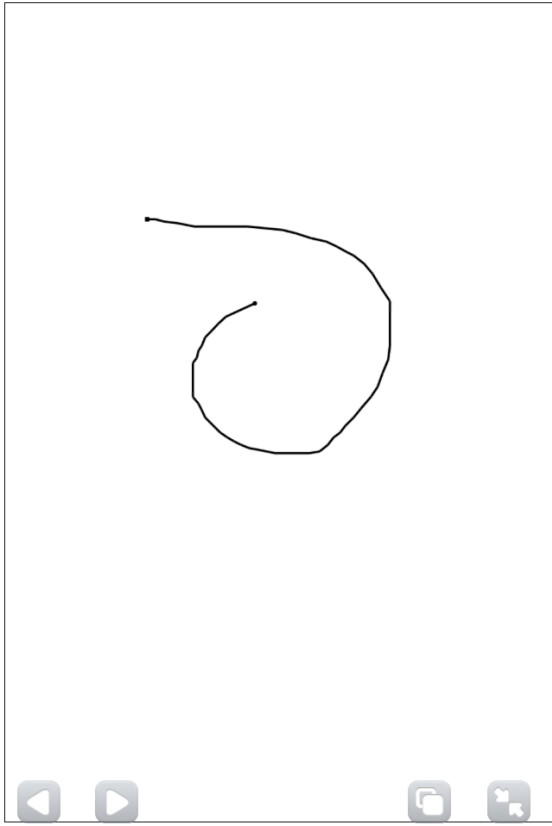
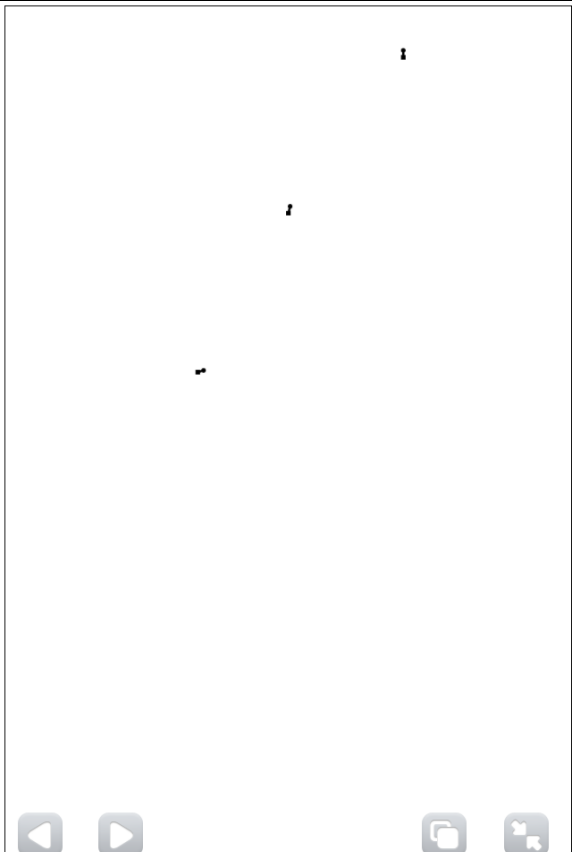
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques sobre la pantalla, lo identifica con doble click para que aparezca un menú –como el click derecho del ordenador-.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick de izquierda a derecha, mentalmente sitúa el menú en la parte izquierda de la pantalla como si estuviera oculto y lo hace aparecer, destaca la sencillez de las dos acciones.	

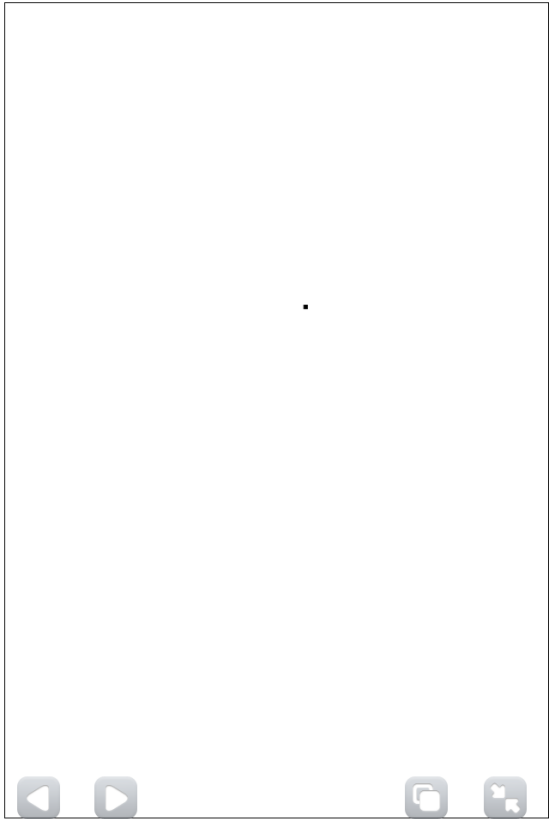
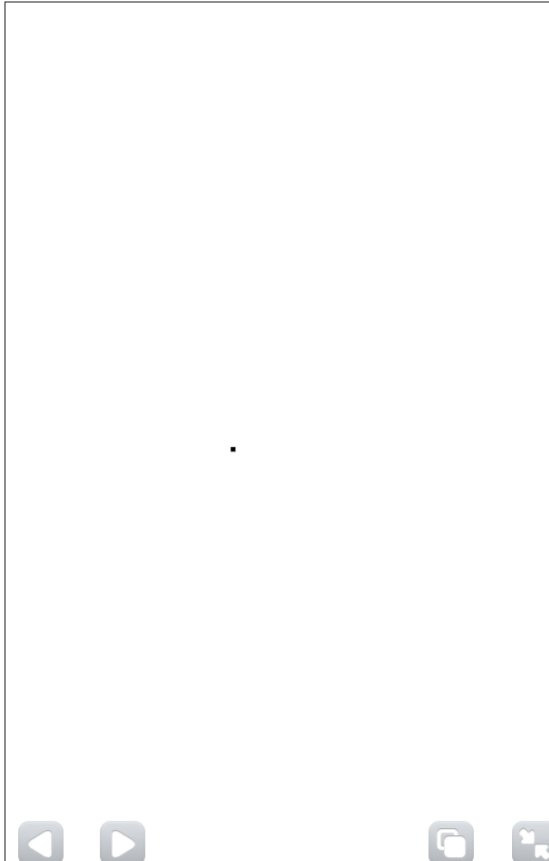
Operación: Ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick de arriba abajo, de nuevo tiene mentalmente una idea de que la ayuda se sitúa oculta en la parte superior de la pantalla y la hace aparecer haciendo flick hacia abajo.	 El diagrama muestra una pantalla de un teléfono móvil con una línea vertical que comienza en la parte superior y se extiende hacia abajo, representando un gesto de flick. En la parte inferior de la pantalla, hay cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una red social.
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos veces el gesto anterior, diferencia los gestos por el número de toques, en este caso busca dar énfasis al gesto anterior.	 El diagrama muestra una pantalla de un teléfono móvil con dos líneas verticales que comienzan en la parte superior y se extienden hacia abajo, representando dos gestos de flick. En la parte inferior de la pantalla, hay cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una red social.

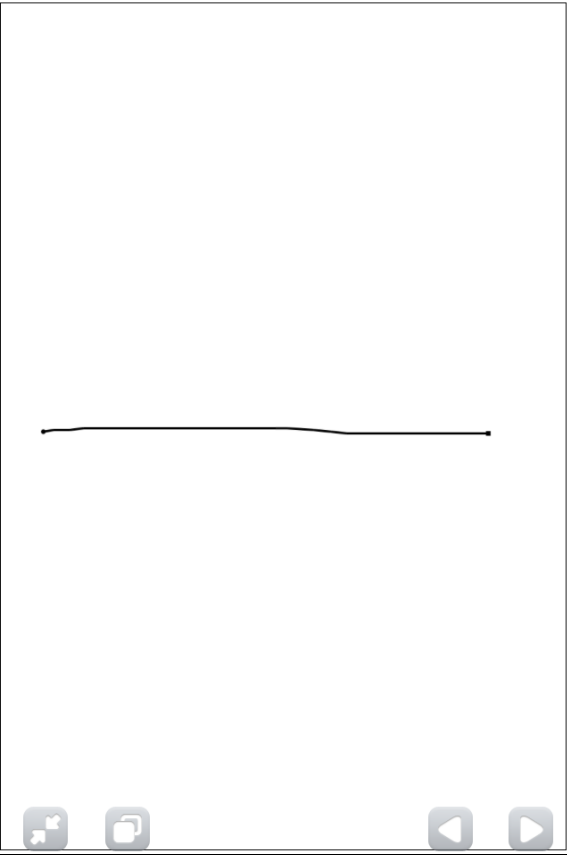
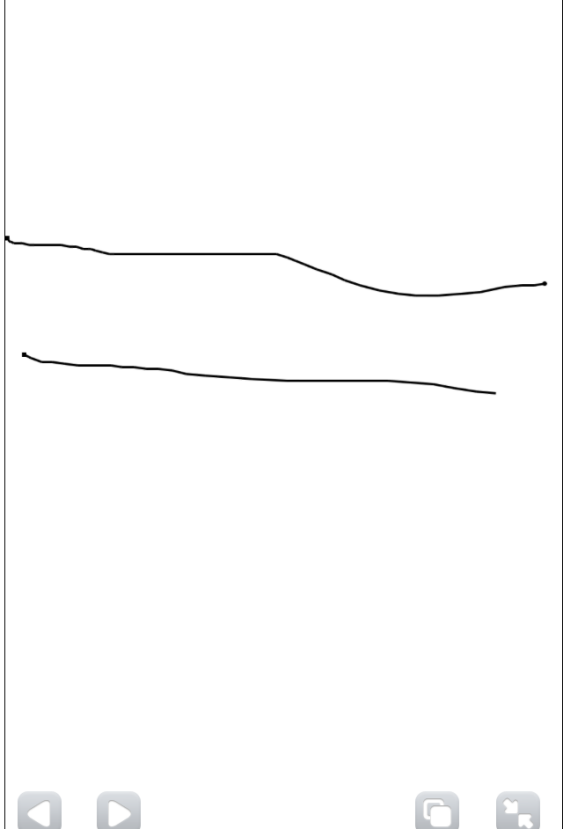
Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una espiral, describe que la identifica con el hecho de volver atrás, se encuentra en un punto y realiza la espiral hacia la izquierda por la intención de volver a algo anterior.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza el mismo gesto pero lo enfatiza dado más vueltas a la espiral.	


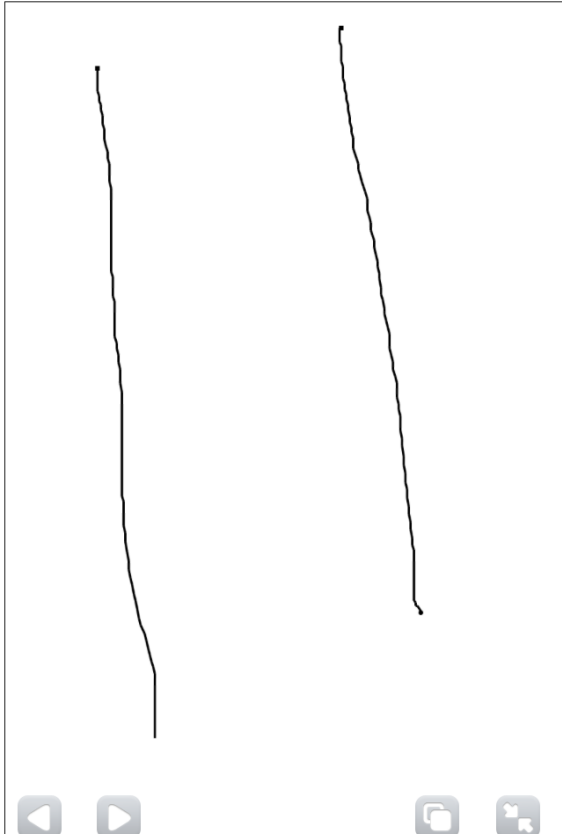
Operación: Cambiar de aplicación	
Comentarios	Imagen gesto 1
<p>Realiza un flick de izquierda a derecha y seguidamente de derecha a izquierda como si fuera una punta de flecha para pasar a la siguiente aplicación, realiza la acción y la justifica como si fuera siguiente y para diferenciarla de un flick simple hacia la derecha.</p>	 <p>El diagrama muestra un gesto de flick en forma de una punta de flecha hacia la derecha. La línea superior comienza en el centro izquierdo, se curva hacia arriba y a la derecha, terminando en una punta. La línea inferior comienza en el mismo punto de partida, se curva hacia abajo y a la derecha, también terminando en una punta. El espacio entre las líneas se estrecha hacia la derecha, formando la punta de la flecha. En la parte inferior del recuadro, hay cuatro iconos de interfaz de usuario: un botón de retroceso, un botón de reproducción, un icono de una carpeta y un icono de una red social.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
<p>Mantiene el dedo pulsado sobre la pantalla, por eso se percibe como un pequeño movimiento, al mantenerlo pulsado involuntariamente toca más la pantalla táctil.</p> <p>Lo justifica como un punto y seguido, estaba con esta aplicación, pero quiero pasar a la siguiente abierta.</p>	 <p>El diagrama muestra un gesto de punto y seguido. Consiste en una única línea que comienza en el centro, se mueve ligeramente hacia abajo y a la izquierda, y luego se curva bruscamente hacia arriba y a la derecha, terminando en una punta. En la parte inferior del recuadro, hay cuatro iconos de interfaz de usuario: un botón de retroceso, un botón de reproducción, un icono de una carpeta y un icono de una red social.</p>

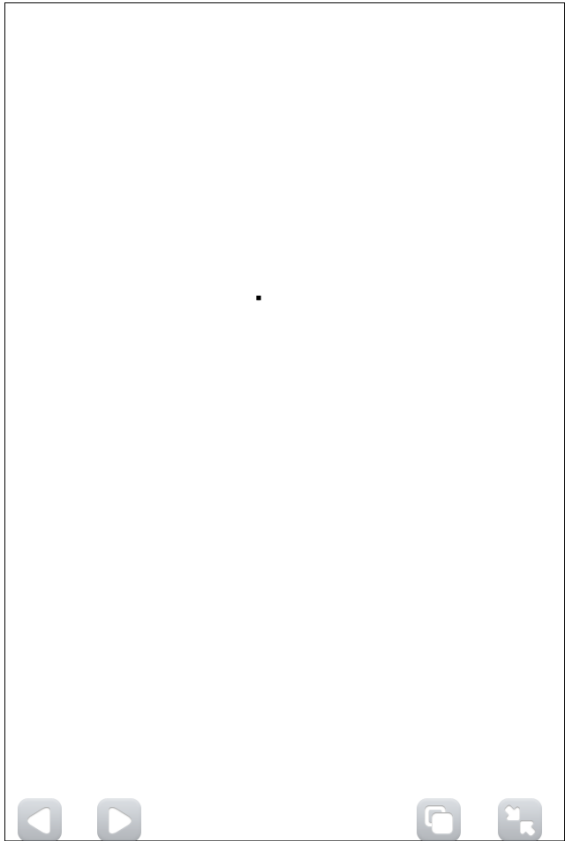
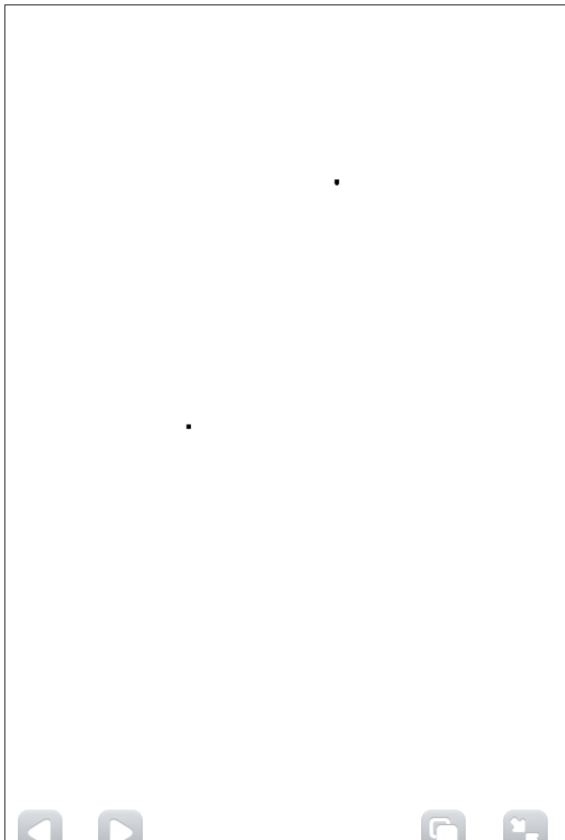
Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos golpes con dos dedos, identifica el gesto como si diera el visto bueno al contenido actual y quisiera hacer aparecer el siguiente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza una curva hacia la derecha, identifica la zona derecha como siguiente y la izquierda como atrás, realiza la curva hacia la derecha como indicación de siguiente, se relata al paso de una hoja de un cuaderno.	

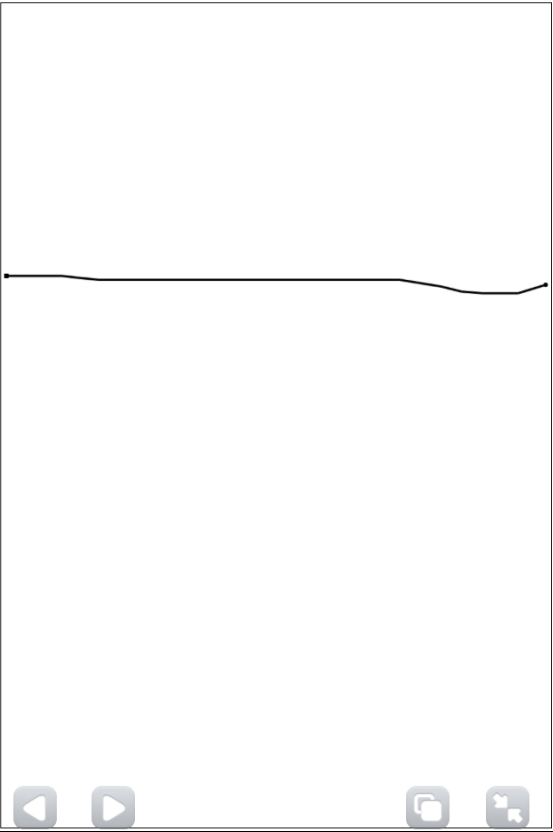
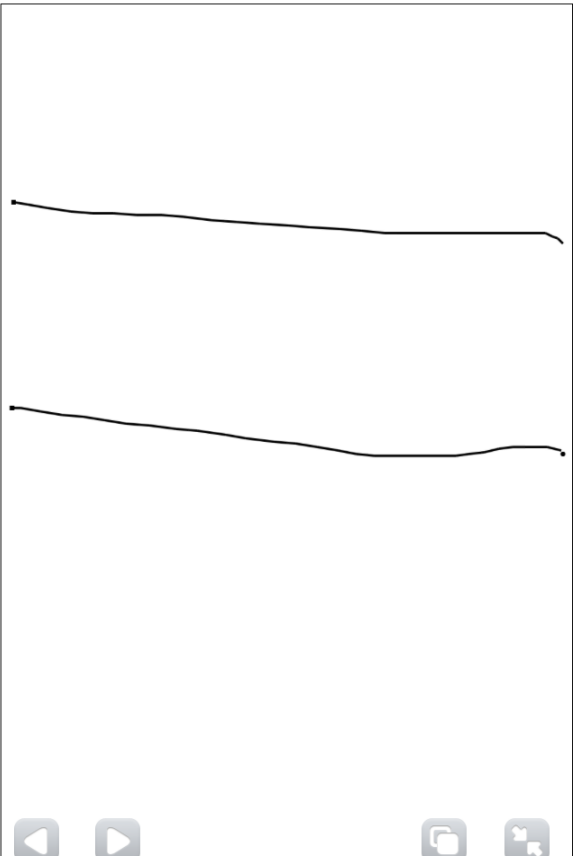
Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una curva hacia la izquierda, con esta zona asocia atrás, la curva se asemeja a la espiral que realizó para la acción de deshacer, por el sentido que tiene de volver a atrás.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos golpes con tres dedos, como asoció dos golpes con dos dedos para siguiente realiza esta acción para anterior, destaca de nuevo la relevancia del número de toques y el número de dedos empleados.	

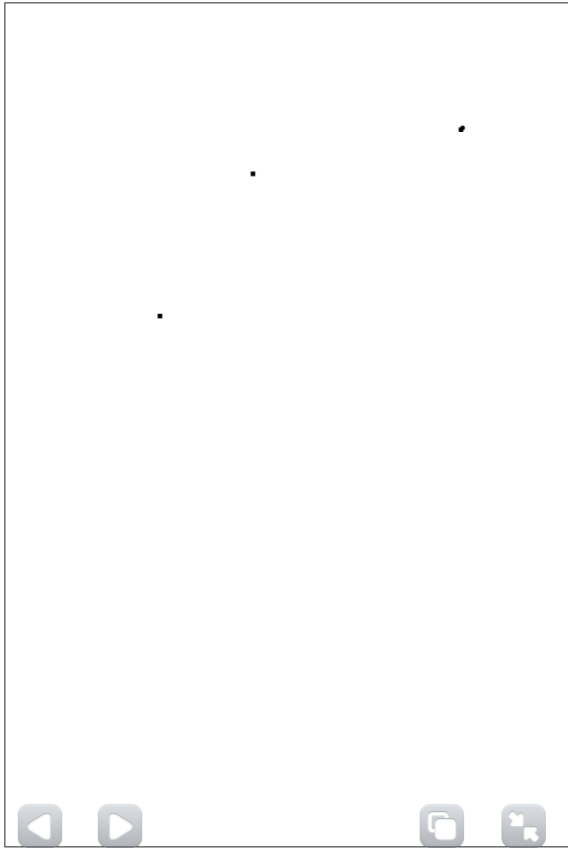
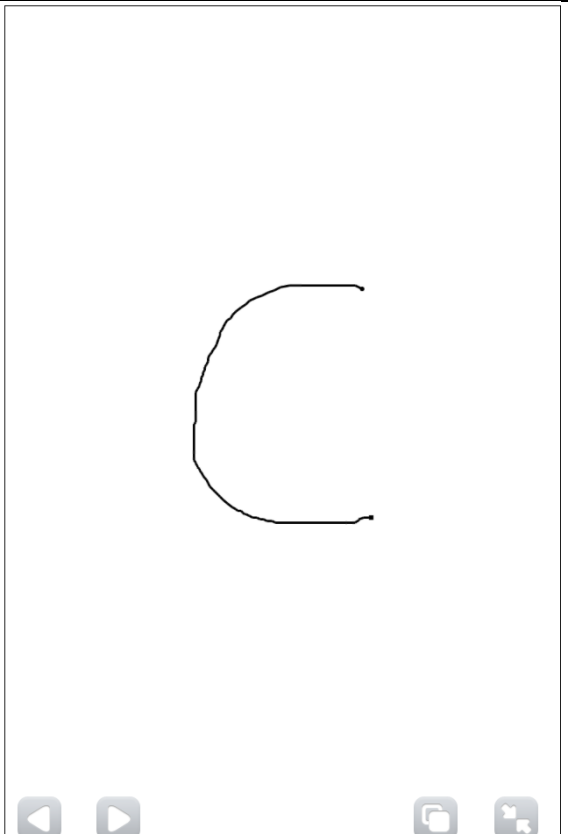
Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque con un dedo, asocia el golpe con sí, aceptar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques con un dedo, de nuevo para enfatizar un gesto lo realiza dos veces como en casos anteriores.	

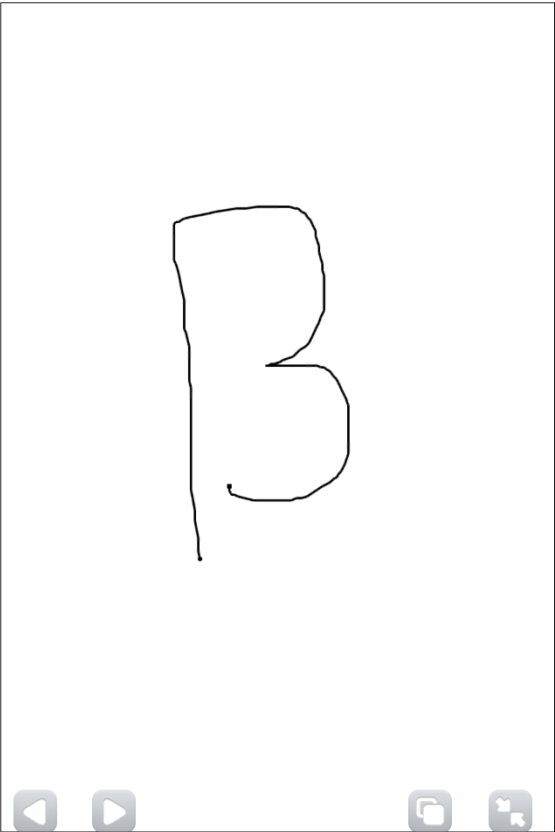
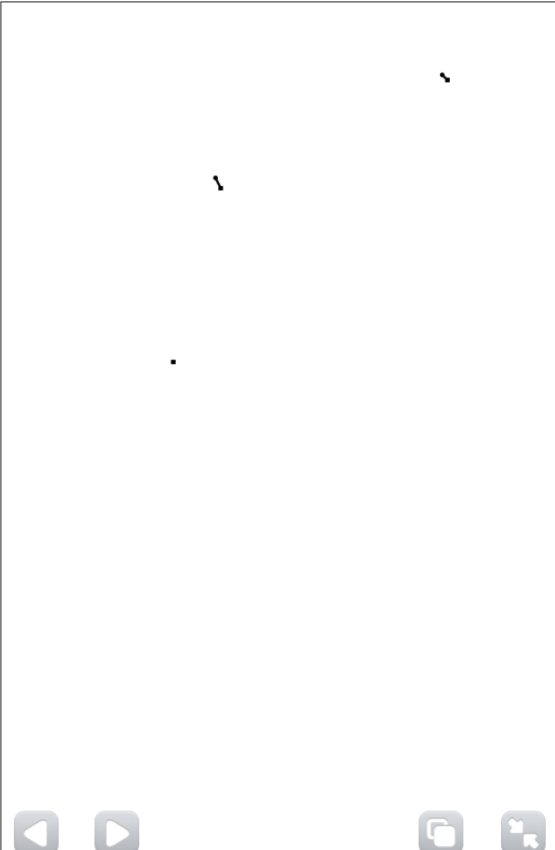
Operación:Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un flick de derecha a izquierda, lo asocia con ir hacia atrás, rechazar, la parte negativa.	 <p>El diagrama muestra una línea horizontal que comienza en el lado derecho y se mueve hacia el lado izquierdo, representando un gesto de flick. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con cuatro iconos: un icono de compartir, un icono de copiar, un icono de retroceder y un icono de avanzar.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la misma acción dos veces, de nuevo cobra relevancia el número de toques por su carácter de énfasis.	 <p>El diagrama muestra dos líneas horizontales que comienzan en el lado derecho y se mueven hacia el lado izquierdo, representando un gesto de flick repetido. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con cuatro iconos: un icono de retroceder, un icono de avanzar, un icono de copiar y un icono de compartir.</p>

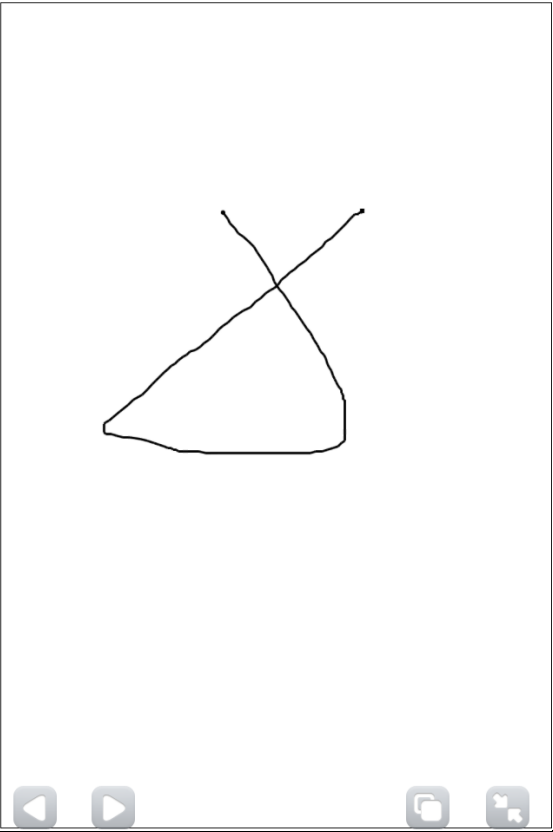
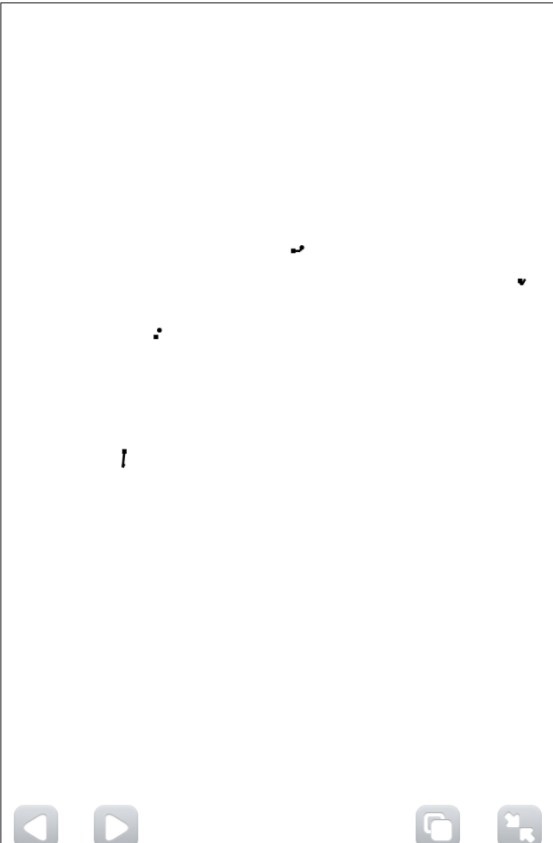
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
<p>Imagina que va a desplazar un icono de abajo a arriba, mantiene pulsado el dedo donde sitúa el icono y una vez supiera que está seleccionado se desplaza hacia la posición en la que quiere dejarlo.</p>	
Comentarios	Imagen gesto 2
<p>La misma situación, pero en este caso ya da por hecho que el icono esta selecciona y mueve dos dedos simultáneamente hacia arriba como si estuviera arrastrando algo físico que implica mayor fuerza que un dedo para moverlo.</p>	

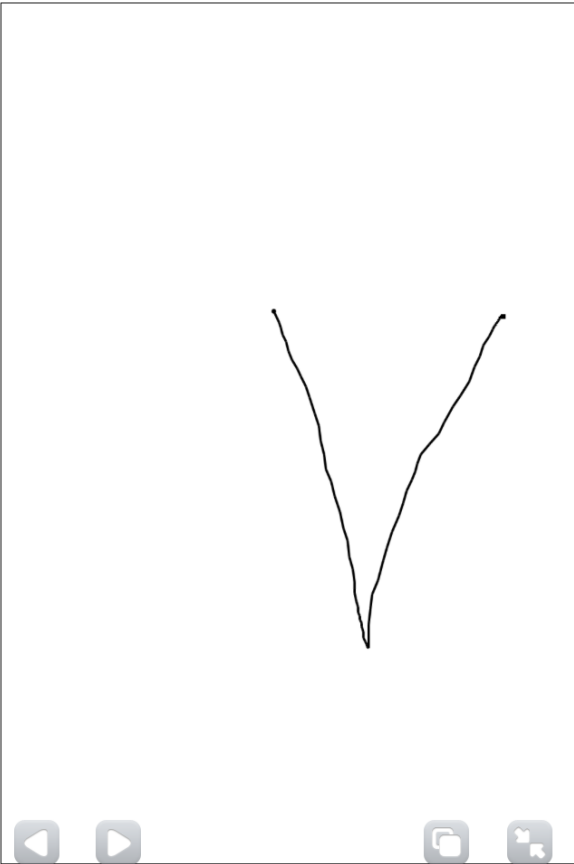
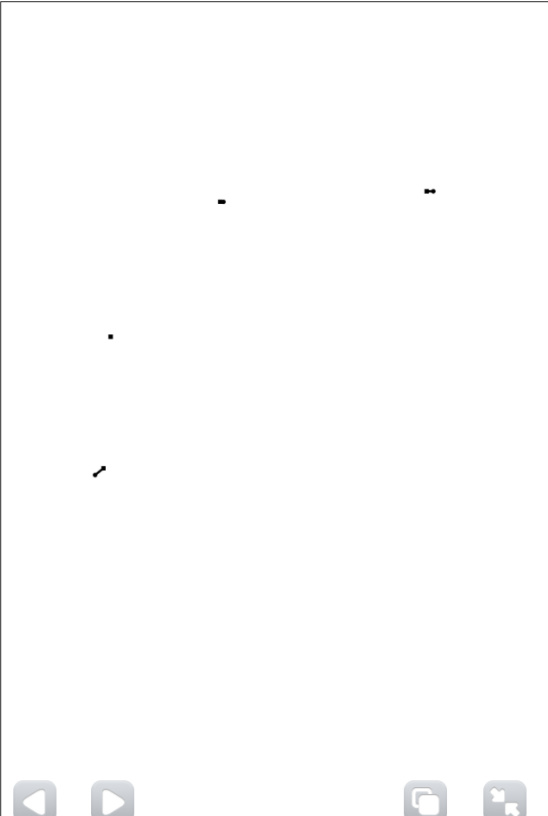
Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con un dedo, como el doble click del ordenador.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo, como segunda opción enfatiza el gesto anterior pero realizándolo con dos dedos, dos golpes con dos dedos.	


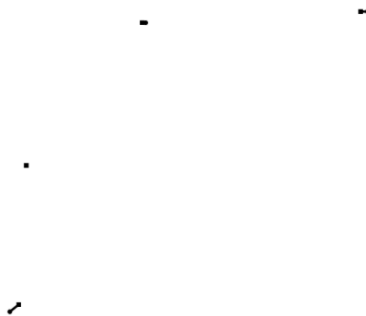
Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick de derecha a izquierda, de nuevo lo asocia con ir hacia atrás, no, cerrar,...	
Comentarios	Imagen gesto 2
Enfatiza la acción anterior realizándola con dos dedos.	

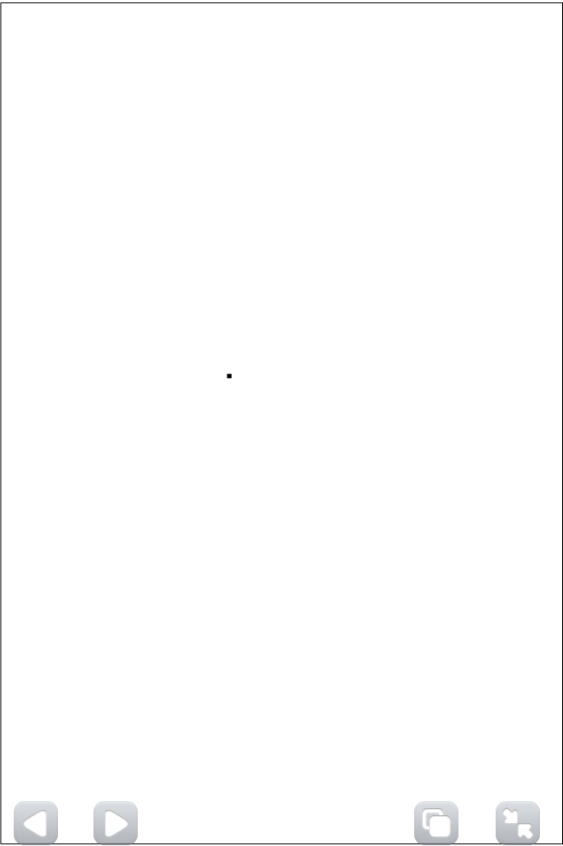
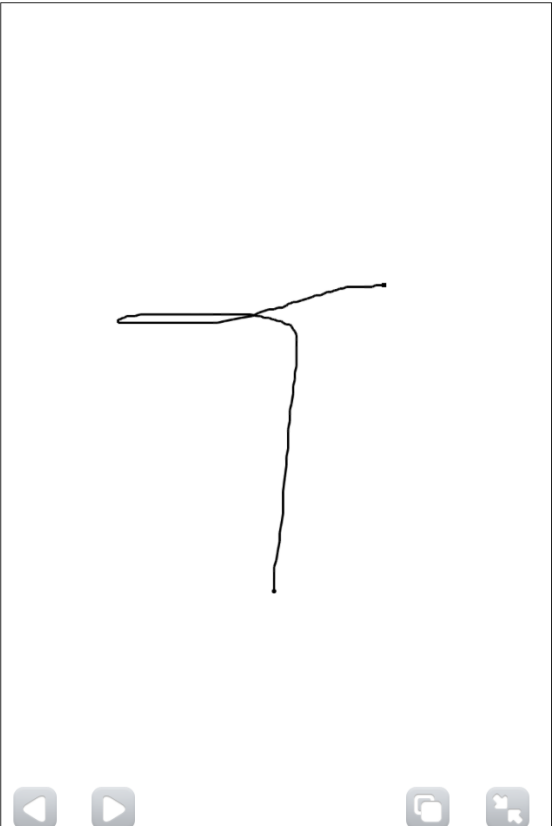
Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza tres golpes con tres dedos, da por hecho que el elemento o texto a copiar esta seleccionado y únicamente realiza la acción para copiarlo, lo justifica torpemente como una acción diferencia de dos toques con dos dedos y de mayor peso que aceptar por ejemplo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la letra C, lo justifica como la letra que se usa de atajo en el ordenador para copiar.	

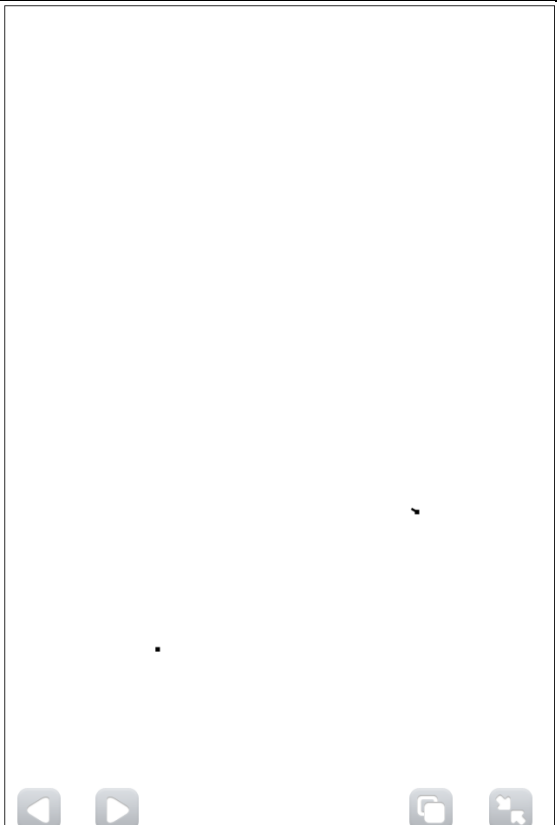
Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
De nuevo asocia la letra B con la acción de borrar.	 <p>A screenshot of a mobile application interface showing a large, hand-drawn letter 'B' in the center. At the bottom, there are four icons: a left arrow, a right arrow, a square icon, and a four-way arrow icon.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos golpes con tres dedos, lo justica como si tres golpes era copiar, dos solo es borrar.	 <p>A screenshot of a mobile application interface showing three small black dots arranged in a triangular pattern, representing a three-finger tap gesture. At the bottom, there are four icons: a left arrow, a right arrow, a square icon, and a four-way arrow icon.</p>

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una equis sin levantar el dedo, lo asocia al atajo de teclado de ordenador.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza cuatro dedos un golpe, de nuevo parece dotar de importancia al número de dedos y de toques para las acciones de copiar, cortar y borrar aunque lo justifica de manera muy pobre.	

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una V, de nuevo por el atajo de teclado de ordeandor.	 <p>A screenshot of a mobile application interface showing a hand-drawn letter 'V' in the center of a white rectangular area. At the bottom of this area, there are four small, light-gray icons: a left-pointing triangle, a right-pointing triangle, a square with a smaller square inside, and a square with a plus sign. The entire screenshot is enclosed in a thin black border.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques con cuatro dedos, como un toque era cortar, dos pegar.	 <p>A screenshot of a mobile application interface showing four small, dark-gray dots arranged in a square pattern, representing a four-finger tap gesture. At the bottom of the white rectangular area, there are four small, light-gray icons: a left-pointing triangle, a right-pointing triangle, a square with a smaller square inside, and a square with a plus sign. The entire screenshot is enclosed in a thin black border.</p>

Operación: Seleccionar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un rectángulo como queriendo atrapar dentro lo que quiere seleccionar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza tres toques con cuatro dedos, de nuevo vuelve a los cuatro dedos sin poder justificar de forma razonada el gesto.	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un golpe con un dedo, como para indicar que ha terminado con ese campo y pasa al siguiente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la T, ya que asocia el gesto con la tabulación del ordenador.	

Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un gesto de movimiento, lleva el móvil de atrás hacia delante según describe, el movimiento consiste en acercarse el móvil al cuerpo rápidamente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques con dos dedos y el último mantenido, similar a aceptar.	

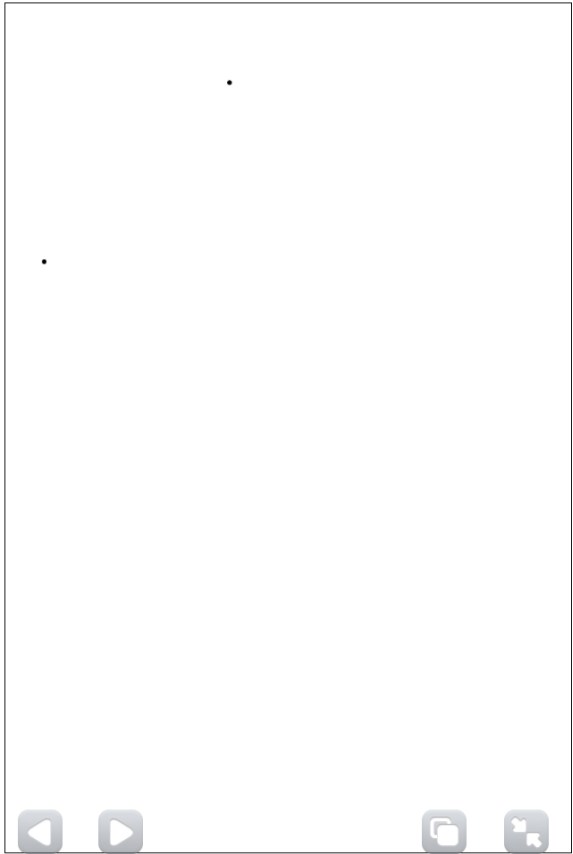
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un gesto de movimiento, contrario a descolgar, se aleja el móvil rápidamente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Dos toques con dos dedos, realiza la misma acción que descolgar, entiende que en función del contexto, cuelga o descuelga.	

Tabla 28 - Recopilación gestos participante 1

6. Gestión de proyecto

Para poder comenzar con la gestión de proyecto, primeramente se va a realizar un estudio de la situación socioeconómica actual de tal manera que se puedan comprender algunos de los aspectos a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo el proyecto. Posteriormente vamos a situar el proyecto, realizando un análisis del contexto en el que se sitúa, cómo nace el proyecto y la empresa y su filosofía.

Seguidamente se llevará a cabo una planificación del proyecto para poder comprender la duración del mismo y en qué tareas se divide. Una vez conocida la duración se analizarán los recursos humanos y materiales necesarios para su realización y las fuentes de financiación del mismo.

Entorno socioeconómico

El proyecto se va a llevar a cabo en España, por lo que el estudio se centrará en la situación actual de España pero teniendo también en cuenta la Unión Europea y los principales países que influyen de forma directa o indirecta sobre la situación en nuestro país.

Primeramente se comenzará analizando la situación económica de España. En estos momentos, se encuentra tras un período de recesión económica del que todavía no se ha recuperado y en el que lleva inmersa desde el año 2008³⁰. La mayor parte de la Unión Europea entró en crisis, forzando a los gobiernos a realizar recortes sociales, afectando en España especialmente a la educación y la sanidad.

Además de los recortes en educación, se han llevado numerosos recortes en investigación y desarrollo, haciendo que dentro de nuestro país se haya producido una fuga de científicos e investigadores a otros países donde todavía se está invirtiendo en investigación, mientras que en España la mayoría de proyectos tienen que buscar financiación de fondos comunitarios o de empresas privadas.

Otro de los aspectos fundamentales durante la crisis es la banca, aumentó la desconfianza en los mercados debido a la mayor especulación y a la falta de crédito y fondos, en gran parte por la mala gestión de algunas entidades, siendo incluso rescatadas por el estado aquellas que se encontraban en peligro de banca rota³¹.

Por todo ello, aumentaron los tipos de interés y los requisitos para acceder a créditos se endurecieron de forma notable, esto afectó tanto a pequeñas empresas que necesitaban crédito, ya fuera para pagar a proveedores hasta cobrar, o a empresas de nueva fundación, haciendo que se quedaran estancadas, se redujera el ritmo de creación de nuevas empresas y gran parte de ellas cerraran.

Los ciudadanos también encontraban cada vez más dificultades para acceder a crédito, sumado a la tasa de paro cada vez mayor, y que actualmente se sitúa en torno al 24%³², ha hecho que ver noticias de desahucios sea un hecho regular y que algunos indicadores, como la tasa de población que vive por debajo del umbral de la pobreza, llegue al 20%³³, un valor poco común para un país desarrollado.

Todas estas circunstancias también han motivado cambios sociales, repercutiendo en un aumento del compromiso ciudadano, que se ve reflejado en movilizaciones masivas de protesta o para lograr cambios, aumento de la responsabilidad ciudadana, estando el ciudadano más informado y cumpliendo con sus deberes derivados de sus derechos de forma más notoria.

La gran tasa de paro, la bajada de salarios y la precariedad de los contratos, amparados bajo el lema de la recesión económica, también han dado pie a que los ciudadanos se movilicen, formen plataformas contra desahucios o para ayudar a las familias más necesitadas, que se formen nuevos partidos políticos y en general que se tenga una conciencia más activa de los problemas sociales.

Contexto del proyecto

El proyecto que se está tratando es el primer trabajo de una compañía startup, es decir, una empresa emergente, que busca arrancar apoyándose en la tecnología, enfocada a la innovación³⁴.

Para la creación de la startup se ha usado la incubadora de empresas de la universidad, que simplifica y reduce al personal los trámites jurídicos y burocráticos, por otro lado, la incubadora llevará una comisión del 15% de la inversión que reciba el proyecto como pago por los trámites realizados.

La empresa nace como necesidad de uno de los profesores de la Universidad Carlos III, ante la falta de financiación de la universidad por la reducción de fondos destinados a ella decide comenzar una startup con dos de sus alumnos, uno de ellos estudiante de doctorado realizando en este proyecto su proyecto de fin de doctorado y el otro estudiante de grado, realizando también su proyecto de fin de grado.

De esta manera, aunque necesite un personal de en torno a cinco personas, forma la plantilla con solo tres para intentar mantener el coste en recursos humanos lo más bajo posible. Al ser los tres pertenecientes al mundo académico se consigue entre ellos los suficientes conocimientos como para poder desarrollar proyectos de pequeño y medio tamaño.

De nuevo, para mantener el costo lo más limitado posible, el trabajo se realizará a distancia y cada uno de los empleados trabajará desde su casa, reuniéndose semanalmente en el propio despacho de la universidad del profesor, evitando así el coste del alquiler y mantenimiento de un local. En cuanto a material, la inversión inicial contempla la compra de un portátil para cada uno de los miembros de la empresa, una impresora para el jefe de proyecto, un móvil para cada empleado, un móvil para las pruebas y una pequeña cantidad de material de oficina tales como bolígrafos, carpetas y folios para cada uno de los miembros.

Teniendo una inversión inicial requerida relativamente baja, el profesor busca una fuente de financiación para que la empresa sea sostenible en el tiempo y poder llevar a cabo el proyecto actual y futuros proyectos. Para ello, presenta el anteproyecto ante el séptimo programa marco de investigación y desarrollo tecnológico para optar a recibir ayuda de fondos europeos³⁵, ya que debido a la situación en España considera que no va a conseguir financiación aquí.

De forma paralela, presenta el anteproyecto a algunas empresas del sector de la telefonía móvil y empresas especializadas en accesibilidad porque son las que mayor relación guardan con el proyecto y pueden tener un interés comercial en los resultados del mismo, y a varias empresas de banca para optar a créditos para empresas dentro de proyectos de mecenazgo o patrocinio.

Finalmente, se consigue la ayuda de los fondos europeos y pese a que alguna de las empresas están interesadas en el proyecto comunican que estarían dispuestas a pagar una vez se tengan los resultados pero no a financiar el proyecto desde el principio. En cuanto a la banca, ninguna de ellas muestra interés sin que el proyecto tenga una repercusión mediática. Así, la empresa cuenta con unos fondos de 25.000€ de la ayuda del fondo europeo.

Una vez conocido el contexto del proyecto vamos a analizar de forma más detallada la planificación, los costes en recursos humanos y materiales y las fuentes de financiación.

Planificación

Se va a realizar la planificación para estimar la duración del proyecto y los plazos a cumplir. Para poder llevar a cabo la planificación se van a establecer las actividades que se deben realizar a lo largo del proyecto y la duración estimada de cada una de ellas. Se va a establecer una jornada laboral de 5 horas, que hace un total de 25 horas por cada miembro del equipo, es decir, en total 75 horas semanales de trabajo.

La distribución de las tareas en el tiempo se puede ver en las tablas 29, 30, 31 y 32. La fecha de comienzo del proyecto es el 5 de Mayo, y según la planificación, la fecha de finalización es el 28 de Agosto, cuatro meses.

Tarea	Duración	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Estudio inicial	13 días					
-Estudio necesidades invidentes	4 días					
-Entrevista expertos ONCE	4 días					
-Entrevista Experto	3 día					
-Estado del arte	3 días					
Análisis	11 días					
-Diseño solución	5 días					
-Extracción requisitos	6 días					

Tabla 29 - Diagrama de Gantt 1

Tarea	Duración	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Diseño	12 días					
-Diseño experimento	8 días					
-Diseño aplicación	4 días					
Implementación	13 días					
-Desarrollo aplicación	9 días					
-Pruebas unitarias	2 días					
-Pruebas piloto	2 días					

Tabla 30 - Diagrama de Gantt 2

Tarea	Duración	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15
Experimento	19 días					
-Búsqueda de candidatos	5 días					
-Selección de candidatos	2 días					
-Realización experimento	8 días					
-Recopilación de datos	4 días					
Estudio	20 días					
-Análisis datos	6 días					

Tabla 31 - Diagrama de Gantt 3

Tarea	Duración	Semana 16	Semana 17	Semana 18
Estudio	20 días			
-Recopilar resultados	7 días			
-Redacción documentos	7 días			

Tabla 32 - Diagrama de Gantt 4

Recursos humanos

Para la realización del proyecto, se van a necesitar los siguientes perfiles:

- Jefe de proyecto.
- Diseñador.
- Analista.
- Programador.
- Evaluador

Como la empresa solo cuenta con tres empleados debido a no poder conseguir mayor financiación o crédito de bancos, los perfiles mencionados se deben repartir entre los tres miembros en función de las habilidades de cada uno de ellos, así se tendría un reparto de funciones que podemos ver en la tabla 33.

	Jefe de Proyecto	Diseñador	Analista	Programador	Evaluador
Profesor					
Alumno 1					
Alumno 2					

Tabla 33 - Reparto de funciones

Los costes relativos a recursos humanos se pueden ver en la tabla 34 por cada perfil dentro del proyecto y horas estimadas de dedicación.

Rol	Horas	Coste por hora (€/hora)	Coste total
Jefe de proyecto	50 horas	50€/hora	2500€
Diseñador	60 horas	40€/hora	2400€
Analista	80 horas	30€/hora	2400€
Programador	100 horas	20€/hora	2000€
Evaluador	150 horas	40€/hora	6000€
			15300€

Tabla 34 - Coste humano por rol

Siguiendo los datos recopilados hasta el momento, se puede ver en la tabla 35 el salario para cada uno de los miembros del grupo en función de los roles asignados y de las horas que emplea cada uno en cada rol.

	Jefe de Proyecto	Diseñador	Analista	Programador	Evaluador	TOTAL
Profesor	2500€	500€	500€		2500€	6000€
Alumno 1		1900€	500€		2600€	5000€
Alumno 2			1400€	2000€	900€	4300€
						15300€

Tabla 35 - Salarios en función de los roles

Como el proyecto tiene estimado una duración de cuatro meses, en la tabla 36 podemos ver el salario mensual de cada miembro, por la jornada de 5 horas.

Profesor	1500€/mes
Alumno 1	1250€/mes
Alumno 2	1075€/mes

Tabla 36 - Salario mensual

Recursos materiales

Como se ha comentado anteriormente, dentro de los gastos materiales hay que destacar la compra de tres ordenadores portátiles, uno para cada miembro del proyecto, tres móviles para los empleados y uno para pruebas y material de oficina básico (folios, grapadora, grapas, bolígrafos, carpetas) y una impresora para el jefe de proyecto. Se detallan los costes en la tabla 37.

	Precio	Cantidad	Total
Ordenador portátil	850€	3	2550€
Material de oficina	20€	3	60€
Impresora	150€	1	150€
Móvil	400€	4	1600€
			4360€

Tabla 37 - Costes recursos materiales

Algunos de estos elementos requieren una inversión monetaria cada cierto tiempo, como puede ser el tóner de la impresora o la necesidad de ir comprando más folios o grapas, por ello, se dedica una dotación de 150€ mensuales a la compra de material o adquisición de nuevo material, en caso de que no se gaste toda la dotación se irá acumulando para cuando haya que realizar desembolsos más grandes, como la renovación de los portátiles.

Para evitar tener un gasto mensual en alquiler y mantenimiento de oficinas cada miembro trabajará en su casa a distancia y se usará el despacho del profesor en la universidad como sala de reuniones una vez a la semana. Esto por otro lado conlleva otro tipo de gastos, como una tarifa mensual con datos para cada uno de los miembros y facilitar así que se mantengan en contacto, el coste de la tarifa se detalla en la tabla 38.

	Precio	Cantidad	Total
Tarifas móviles	40€	3	120€
			120€

Tabla 38 - Coste tarifas

Resumen gastos

Por tanto, el resumen de gastos se puede dividir en dos apartados, gastos iniciales, que solo se producirán una vez, tabla 39, y gastos mensuales que se realizarán de forma regular todos los meses, tabla 40.

	Precio	Cantidad	Total
Ordenador portátil	850€	3	2550€
Material de oficina	20€	3	60€
Impresora	150€	1	150€
Móvil	400€	4	1600€
			4360€

Tabla 39 - Resumen gastos iniciales

	Precio	Cantidad	Total
Tarifas móviles	40€	3	120€
Dotación material	150€	1	150€
Salario profesor	1500€	1	1500€
Salario alumno 1	1250€	1	1250€
Salario alumno 2	1075€	1	1075€
			4095€

Tabla 40 - Resumen gastos mensuales

Como el proyecto tiene una duración estimada de cuatro meses, los gastos totales del proyecto se pueden ver en la tabla 41. A los gastos ya añadidos se tiene que tener en cuenta la comisión de la incubadora de proyectos, un 15% de la inversión recibida, en este caso el 15% de 30.000€, es decir, 4500€

Inversión inicial	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Comisión incubadora	Total
4360€	4095€	4095€	4095€	4095€	4500€	25240€

Tabla 41 - Resumen costes proyecto

Financiación

Como ya se explicó durante el contexto del proyecto, se ha presentado el anteproyecto a empresas del sector de la telefonía móvil y empresas especializadas en accesibilidad por el interés comercial que pueden tener en los resultados, a fondos europeos por su inversión en proyectos de investigación relacionados con la integración, dotación de autonomía a personas

discapacitadas y con el ánimo de lograr el cumplimiento de las leyes de acceso universal a la información; y empresas de banca para optar a algún proyecto de mecenazgo o de patrocinio por su interés en aparecer en los medios.

Así, en la tabla 42 podemos ver todas las alternativas de financiación que se presentan para el proyecto.

	Empresa u organización	Dotación
Alternativa 1	Empresa telefonía móvil: Telefónica, Vodafone, Huawei, Apple y Nokia	Entre 50.000€ y 200.000€
Alternativa 2	Empresa accesibilidad: Technosite	Entre 10.000€ y 40.000€
Alternativa 3	Banca: Banco Santander, Banco BBVA, Banco do Espiritu Santo y Bankia	Entre 20.000€ y 600.000€
Alternativa 4	Fondos europeos para la investigación	Entre 20.000€ y 500.000€

Tabla 42 - Alternativas de financiación

Las alternativas de financiación son compatibles entre sí, por lo que se podría obtener financiación de varias de ellas simultáneamente, sin embargo, a comienzo del proyecto, sólo ha sido concedida financiación por parte del fondo europeo por una cuantía de 25.000€. Por otro lado, el Banco Santander ha comunicado que invertirá 5.000€ una vez terminado el proyecto para aparecer como patrocinador del proyecto en los artículos que se publiquen y por participar el equipo del proyecto en dos conferencias que organiza el banco con sus proyectos sociales.

Así, la financiación del proyecto se puede ver en la tabla 43.

	Dotación	Disponibilidad
Fondo europeo	25.000€	A principio de proyecto
Banco Santander	5.000€	A final de proyecto
	30.000€	

Tabla 43 - Resumen financiación proyecto

7. Conclusiones

En las conclusiones vamos a ver la solución al problema planteado en la introducción y las líneas de trabajo futuro que se plantean.

El problema planteado es la necesidad de hacer una pantalla táctil de un móvil accesible a una persona ciega, teniendo en cuenta que no tienen ningún punto de referencia táctil, principal guía de un ciego para interactuar con un dispositivo.

El primer paso a la solución de este problema es tener el conocimiento suficiente para poder diseñar correctamente sistemas que soporten usuarios ciegos. Ya se han realizado algunos estudios analizando la interacción de usuario ciegos con pantallas táctiles, como es el caso de “Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance” que analiza la interacción con pantallas táctiles del tamaño de una tableta.

Para poder ampliar el conocimiento sobre la interacción con pantallas táctiles de móviles por parte de usuarios ciegos, se ha ampliado el estudio mencionado anteriormente pero en este caso con una pantalla de tamaño más reducido, de 4,5”, un tamaño típico de móvil. Se ha diseñado el experimento y se ha diseñado e implementado la aplicación necesaria para poder ejecutarlo.

Sobre las bases del primer experimento, se ha llevado a cabo el estudio de elección de gestos, del que se han podido extraer algunas conclusiones, como la necesidad de basar la gama de gestos táctiles en muy pocos gestos, muy sencillos y que permitan realizar la mayoría de las acciones para manejar el dispositivo. De los gestos seleccionados por los participantes, cabe destacar el uso del flick (deslizar un dedo) y el tap (golpear con un dedo) como gestos básicos.

Además, otros de los aspectos a recalcar son la relevancia de la zona dónde se realiza el gesto, cobrando diferente significado en función de la zona donde se realice, el número de dedos con el que se realiza el gesto, cobrando de nuevo diferente significado en función del número de dedos o dando énfasis a algunas acciones con más dedos y el número de toques, siendo muy recurrente realizar una misma acción, como el tap, un número diferente de veces para diferentes acciones.

Por otro lado, para el estudio se dio la alternativa también a los participantes de realizar gestos de movimiento con el dispositivo, en este sentido, la conclusión a la que llegamos es que sólo usuarios muy avanzados sacarían partidos a estos gestos, pese a ser intuitivos y realizarse de forma puntual por algún usuario, no se puede olvidar que son usuarios que no ven, y que realizar movimientos, generalmente bastante enérgicos, con el móvil sin ver lo que hay alrededor no deja de causar inquietud en el usuario.

Trabajo futuro

Como línea para continuar el trabajo, habría que tener en cuenta a aquellas personas que acumulan varias discapacidades, como un sordo-ciego o una persona ciega con movilidad reducida. En este caso, habría que estudiar si es factible el uso de una pantalla táctil por parte

de una persona que no puede ni ver ni oír, y que por tanto, solo puede recibir información de forma táctil (u olfativa).

Otro de los casos interesantes para seguir estudiando son las personas ciegas pero con movilidad reducida, e incluso sólo con movilidad reducida, para las que la realización de un gesto común como el tap en una zona concreta o flick puede resultar muy complicado.

Otra de las líneas que se pueden seguir, es repetir el estudio con personas más jóvenes y compararlo, en este caso la media de edad del estudio era de unos sesenta y un años, se podría realizar el experimento con participantes más jóvenes y comparar si existe alguna diferencia en la manera de usar el móvil.

Aunque la principal manera de continuar el trabajo sería utilizar los conocimientos adquiridos para el propósito que se planteó, diseñar aplicaciones para pantallas táctiles y que sean accesibles por ciegos.

8. Anexos

Anexo 1: Entrevista participante experimento.

Entrevista

Edad: _____

Género: Hombre ____ Mujer ____

Usuario móvil: Sí ____ No ____

Tipo de móvil: _____

Usuario pantalla táctil: Sí ____ No ____

Usuario de tecnología: Sí ____ No ____

Tipos:

- _____
- _____
- _____

Nivel de estudios: _____

Conocimientos sobre smartphones: _____

Tipo de ceguera: _____

Entrevista final

Interés por mejoras en el campo de los smartphones para usuarios con discapacidades visuales:

Comentarios:

Anexo 2: Documento de consentimiento de grabación y toma de imágenes.

D/Dña. _____ con DNI _____
autoriza a D. Álvaro Sanz Cano, con DNI 50898475G a la grabación y toma de imágenes durante
el estudio *“Diseño y Desarrollo de una aplicación para pantallas táctiles para soportar usuarios
con discapacidades visuales”* que forma parte del Trabajo de Fin de Grado tutorizado por D.
Marco Romano en la Universidad Carlos III de Madrid. Estas imágenes serán usadas únicamente
con fines académicos y en ningún momento se usarán con fines lucrativos.

Madrid, a ____ de _____ de 2014

Anexo 3: Texto para la realización del experimento.

Buenos días/tardes,

Mi nombre es Álvaro Sanz, soy estudiante de Ingeniería Informática y junto con mi tutor Marco Romano estamos realizando un estudio cuya finalidad es conocer mejor las necesidades y preferencias de las personas ciegas a la hora de utilizar dispositivos móviles con pantallas táctiles y qué dificultades se encuentran en su uso.

Las pantallas táctiles ofrecen posibilidades infinitas de interacción, pero la principal fuente de retroalimentación es la visual, lo que penaliza en gran manera a un usuario ciego. Para poder mejorar en el diseño de aplicaciones, de los propios dispositivos, y hacerlos más usables y accesible para ayudar a las personas ciegas a conseguir una mayor autonomía, se necesita tener un mayor conocimiento del problema.

Es vital para poder tener la mayor información posible que si tiene cualquier tipo de comentario durante la realización del experimento lo haga en voz alta y que si quiere puntualizar algún aspecto, proponer alguna modificación o si tiene alguna pregunta la haga.

El estudio va a consistir en la creación de una serie de gestos para unas acciones dadas, los gestos que cree no tienen por qué guardar relación con otros gestos que ya conozca y en ningún caso se van a evaluar, es decir, no habrá gestos malos o buenos, tiene total libertad de creación, con ello buscamos comprender mejor qué gestos realizaría si fuera usted el encargado de elegirlos a la hora de usar el móvil.

Le recuerdo, que si durante el experimento le surge alguna duda podrá consultarnos en cualquier momento, las observaciones que nos haga por pequeñas que sean pueden resultar muy relevante por lo que no tenga ningún inconveniente en hacernos sugerencias o indicarnos cambios.

Como ya se ha comentado, el experimento consiste en la creación de gestos para una serie de acciones, para la realización, primeramente le indicaremos una acción y una pequeña descripción y seguidamente le dejaremos el dispositivo para que realice dos gestos diferentes que si pudiera ser el encargado de elegirlos o diseñarlos fueran los escogidos.

Tendrá la posibilidad de realizar dos tipos de gestos:

- Gestos táctiles: que consisten en desplazar o mantener pulsado uno o más dedos sobre la pantalla del dispositivo.
- Gestos de movimiento: consisten en mover el dispositivo en el aire y dejarlo sobre una superficie plana cuando se desee terminar.

Antes de comenzar cada gesto se le pedirá que indique que tipo de los dos comentados anteriormente, táctil o de movimiento, desea realizar. Durante el experimento el experimentador también tocará el dispositivo para marcar a la aplicación qué tipo de gesto ha elegido. La aplicación se encarga de grabar el gesto que realice para poder estudiarlo después, le indicaremos cuando puede realizar el gesto una vez que haya dicho de qué tipo va a ser.

Tras realizar el gesto le pediremos que nos lo describa verbalmente para conocer si lo asocia a alguna otra acción cotidiana o a algún movimiento por similitud, etc., además si tiene algún comentario podrá realizarlo.

La duración estimada del experimento es de 40 minutos, por lo que para no demorarnos vamos a comenzar.

Experimento

A continuación le diré las acciones una a una, para cada acción le recuerdo que deberá realizar dos gestos diferentes y que podrá elegir para cada uno de ellos individualmente si querrá realizar un gesto táctil de movimiento.

La acción a realizar es –acción de lista de comandos- ¿Qué tipo de gesto quiere realizar? ¿Por qué ha realizado dicho gesto?

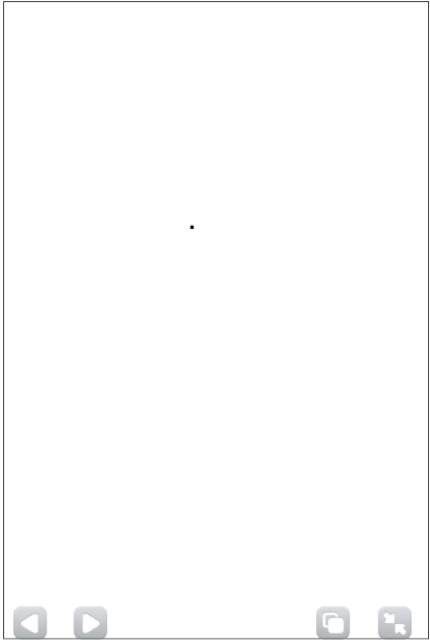
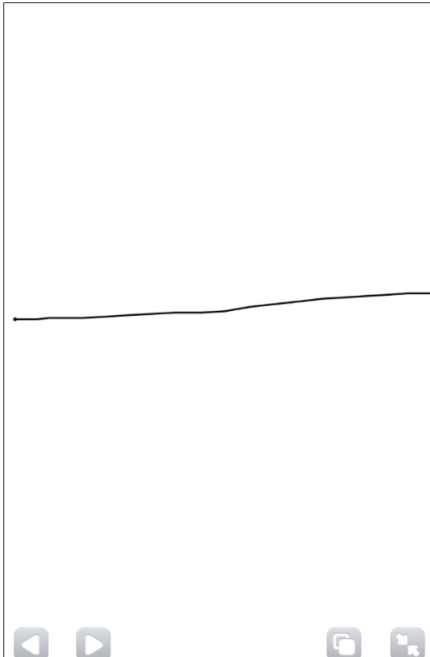
Comandos:

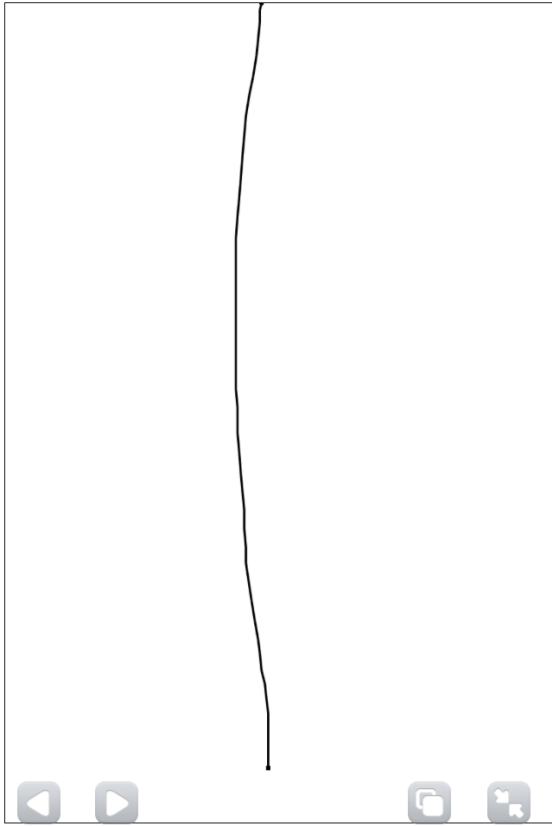
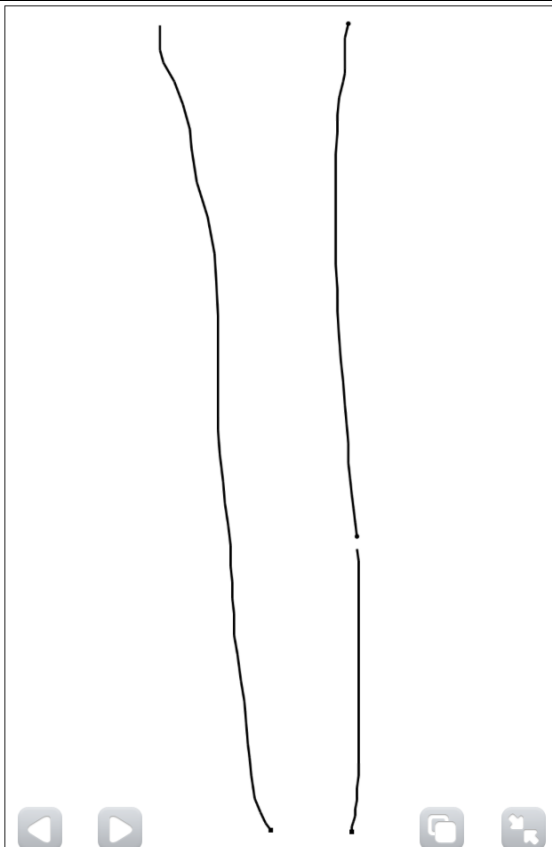
- Menú contextual: Despliega un conjunto de acciones acordes a la aplicación que se está ejecutando.
- Ayuda: Aclara y proporciona información sobre el estado en el que se encuentra el móvil.
- Deshacer: Vuelve al estado anterior a la última acción realizada.
- Cambiar de aplicación: Moverse de una a otra aplicación de las que se están ejecutando.
- Siguiente: Avanzar un elemento en una lista o serie.
- Anterior: Retroceder un elemento en una lista o serie.
- Aceptar: A una pregunta cerrada responde sí o muestra su acuerdo con algún dato expuesto.
- Rechazar: A una pregunta cerrada responde no o muestra su desacuerdo con algún dato expuesto.
- Mover objeto: Desplaza un elemento lógico, como un icono de una aplicación, de una zona de la pantalla táctil a otra.
- Abrir: Despliega un documento o ejecuta una aplicación.
- Cerrar: Saca de ejecución una aplicación o quita de pantalla un documento.
- Copiar: La selección se duplica y se deja en el portapapeles.
- Cortar: La selección se elimina y se deja en el portapapeles.
- Pegar: Se inserta el contenido del portapapeles.
- Borrar: Se elimina la selección.
- Seleccionar: Dentro de una serie de elementos se resalta una parte de ellos para realizar acciones sobre ellos.
- Cambiar campo de entrada: En una serie de campos de entrada de texto como los que se rellenan en el registro de una aplicación cambiar del actual al siguiente, como el tabulador en el ordenador.
- Descolgar: Si se recibe una llamada atenderla.
- Colgar: Concluir una llamada.

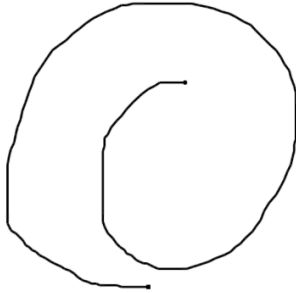

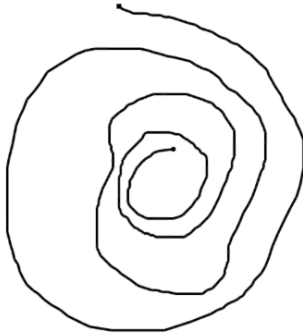

Anexo 4: Gestos recopilados en los experimentos

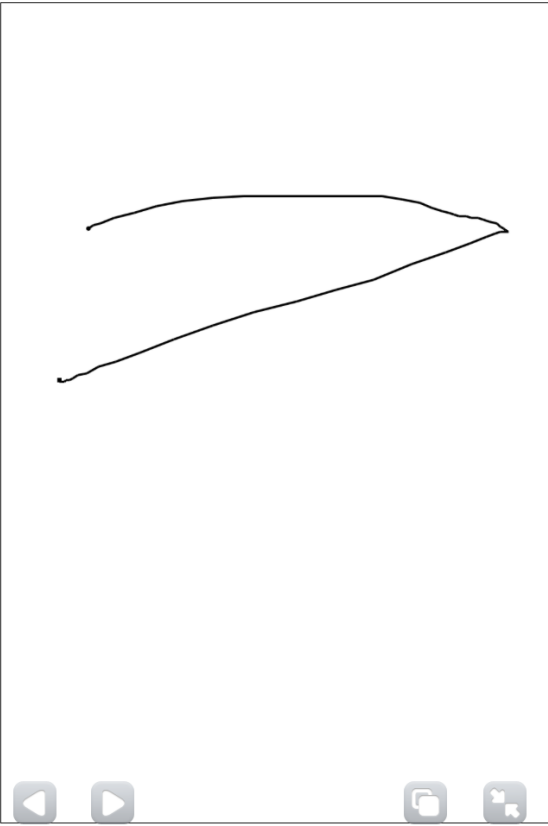
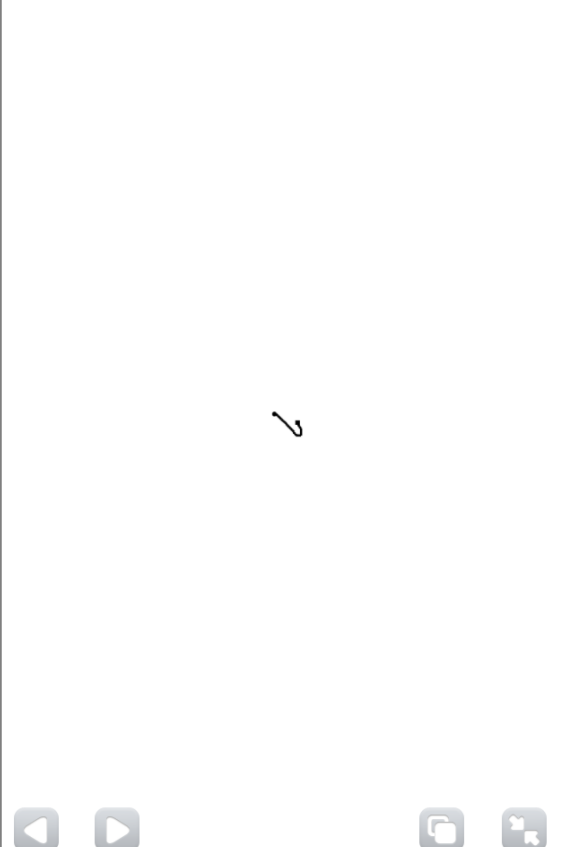
Usuario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
1	68	Mujer	Sí (iPhone)	Sí	Móvil sin interfaz táctil, ordenador personal – Windows 7-	Adquirida, hace más de 50 años	Sí

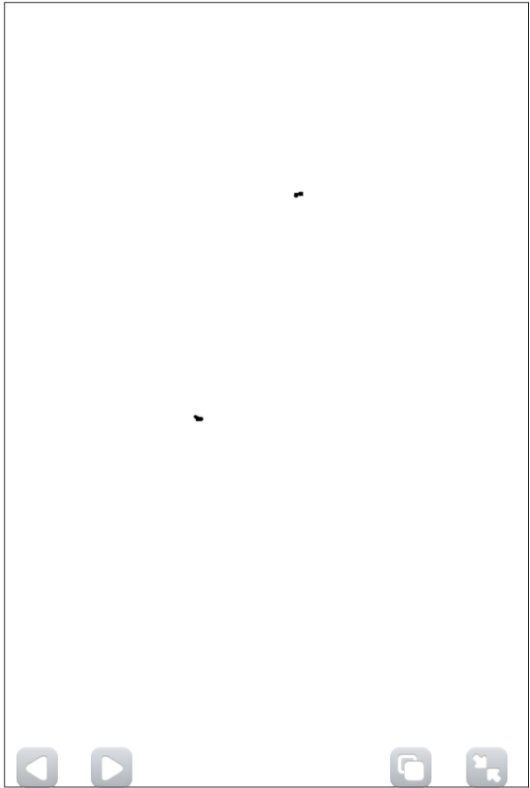
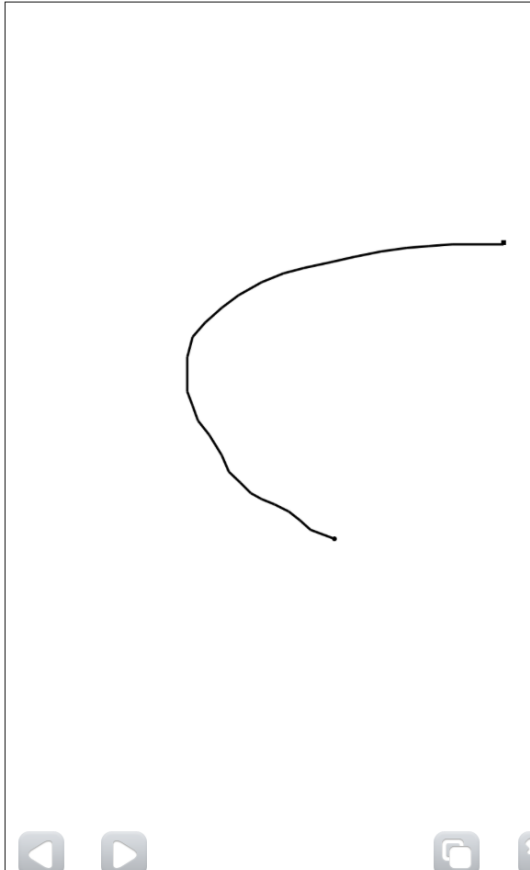
Tabla 1 – Datos de usuario 1

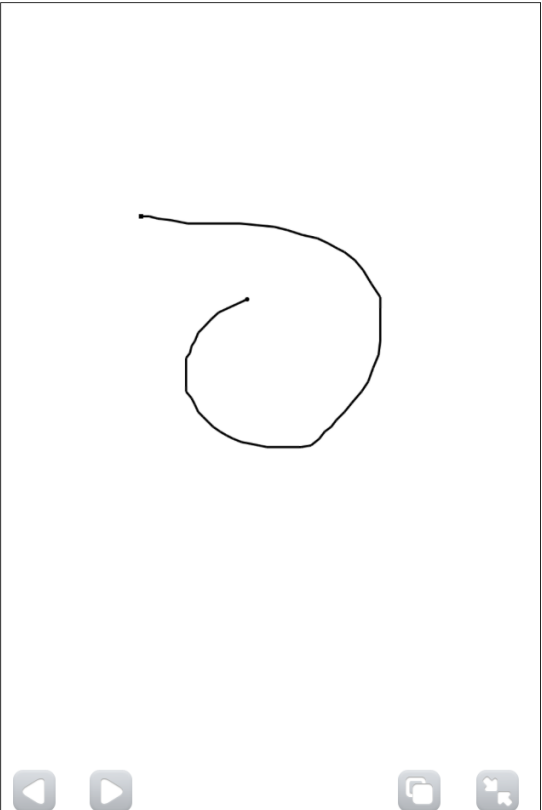
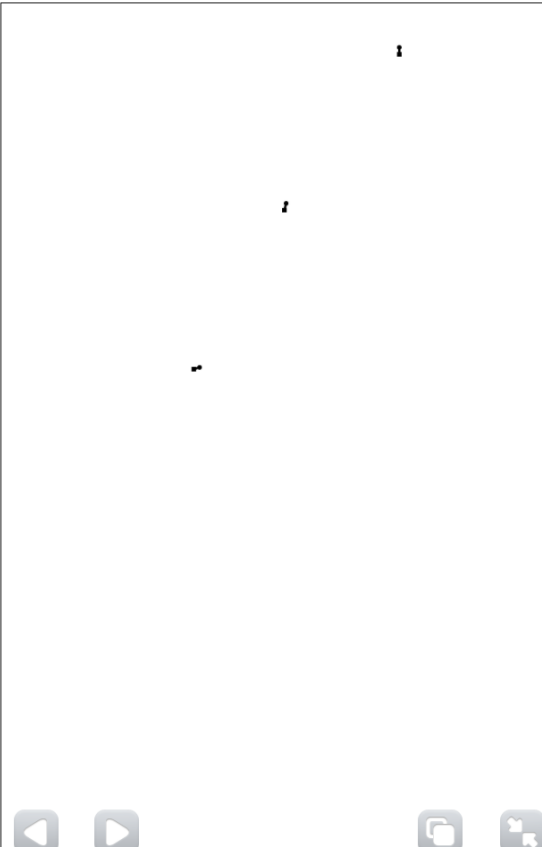
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques sobre la pantalla, lo identifica con doble click para que aparezca un menú –como el click derecho del ordenador-.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick de izquierda a derecha, mentalmente sitúa el menú en la parte izquierda de la pantalla como si estuviera oculto y lo hace aparecer, destaca la sencillez de las dos acciones.	

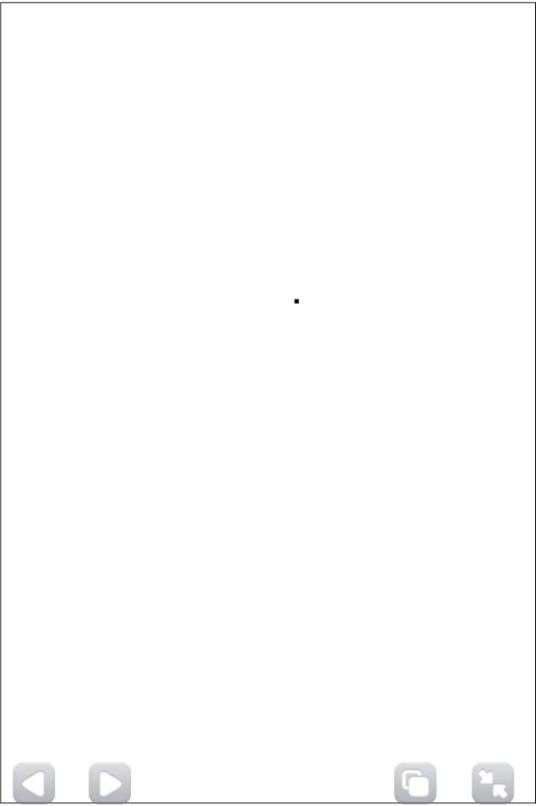
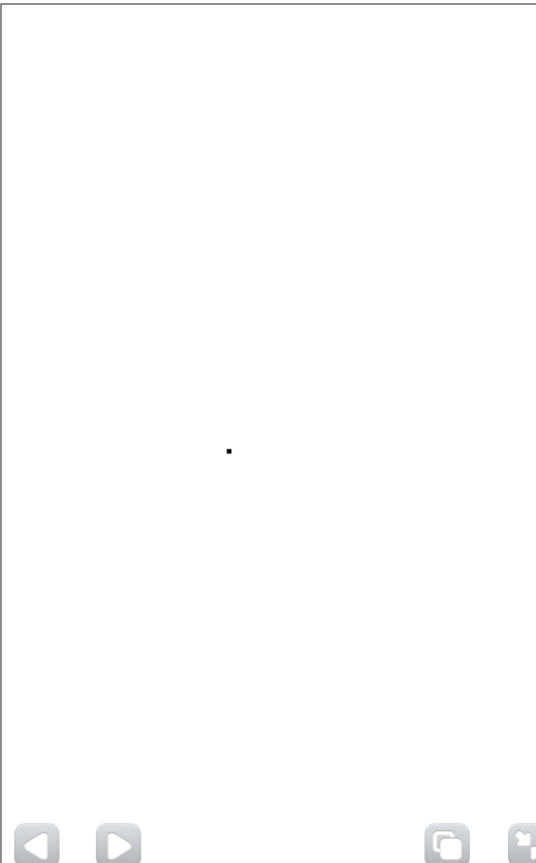
Operación: Ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick de arriba abajo, de nuevo tiene mentalmente una idea de que la ayuda se sitúa oculta en la parte superior de la pantalla y la hace aparecer haciendo flick hacia abajo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos veces el gesto anterior, diferencia los gestos por el número de toques, en este caso busca dar énfasis al gesto anterior.	

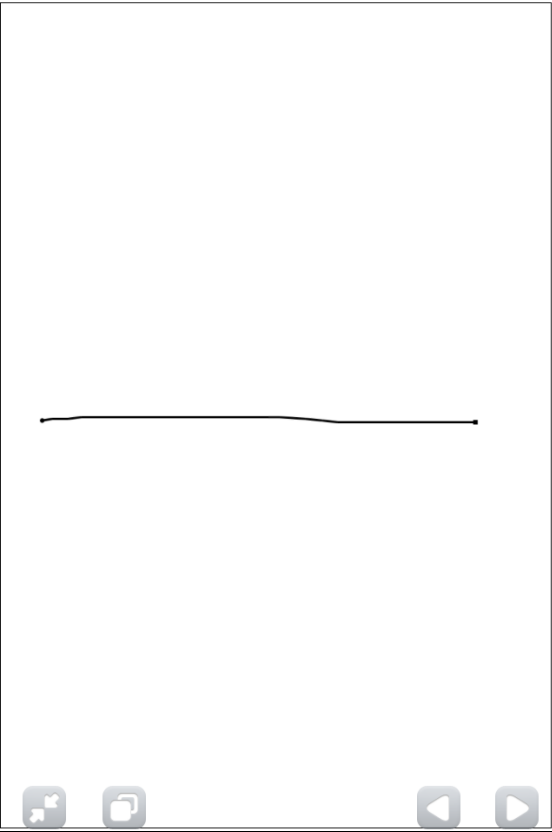
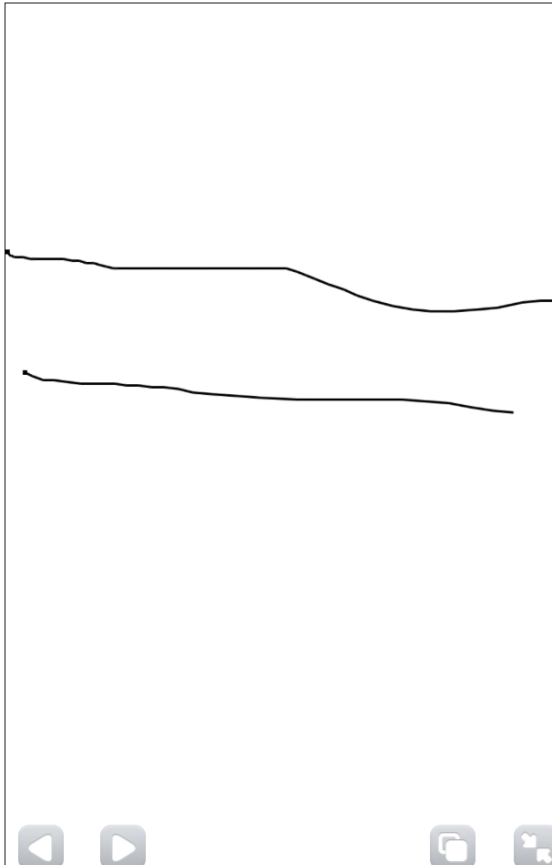
Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una espiral, describe que la identifica con el hecho de volver atrás, se encuentra en un punto y realiza la espiral hacia la izquierda por la intención de volver a algo anterior.	 
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza el mismo gesto pero lo enfatiza dado más vueltas a la espiral.	 

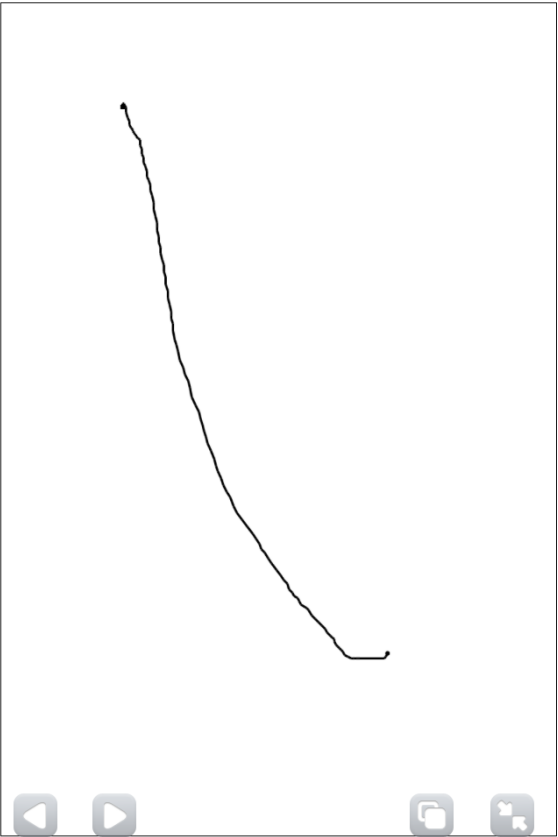
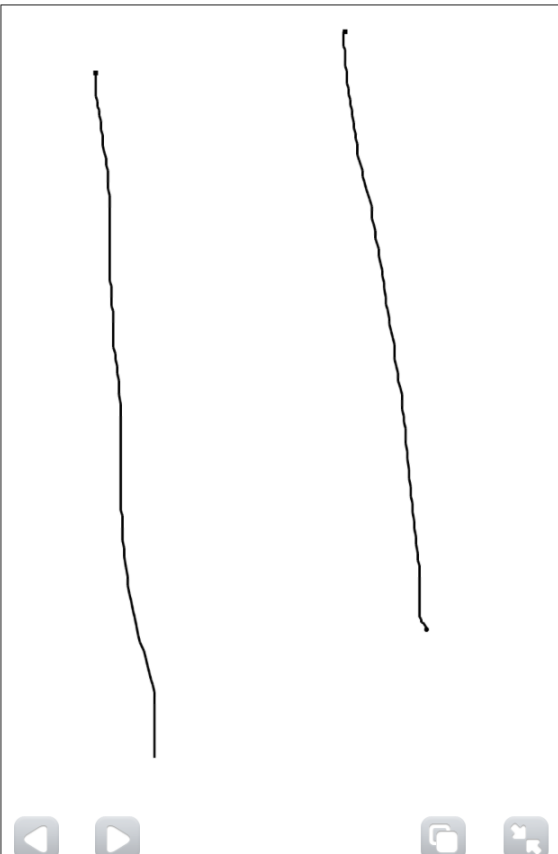
Operación: Cambiar de aplicación	
Comentarios	Imagen gesto 1
<p>Realiza un flick de izquierda a derecha y seguidamente de derecha a izquierda como si fuera una punta de flecha para pasar a la siguiente aplicación, realiza la acción y la justifica como si fuera siguiente y para diferenciarla de un flick simple hacia la derecha.</p>	 <p>El diagrama muestra un gesto de flick en forma de una punta de flecha. La línea superior comienza a la izquierda, se curva hacia arriba y a la derecha, terminando en una punta. La línea inferior comienza a la izquierda, se curva hacia abajo y a la derecha, también terminando en una punta. Ambas líneas convergen hacia la derecha. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una pantalla con una flecha de salida, y un icono de una pantalla con una flecha de entrada.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
<p>Mantiene el dedo pulsado sobre la pantalla, por eso se percibe como un pequeño movimiento, al mantenerlo pulsado involuntariamente toca más la pantalla táctil.</p> <p>Lo justifica como un punto y seguido, estaba con esta aplicación, pero quiero pasar a la siguiente abierta.</p>	 <p>El diagrama muestra un gesto de punto y seguido. Consiste en un pequeño movimiento vertical hacia abajo, seguido de un pequeño movimiento horizontal hacia la derecha. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una pantalla con una flecha de salida, y un icono de una pantalla con una flecha de entrada.</p>

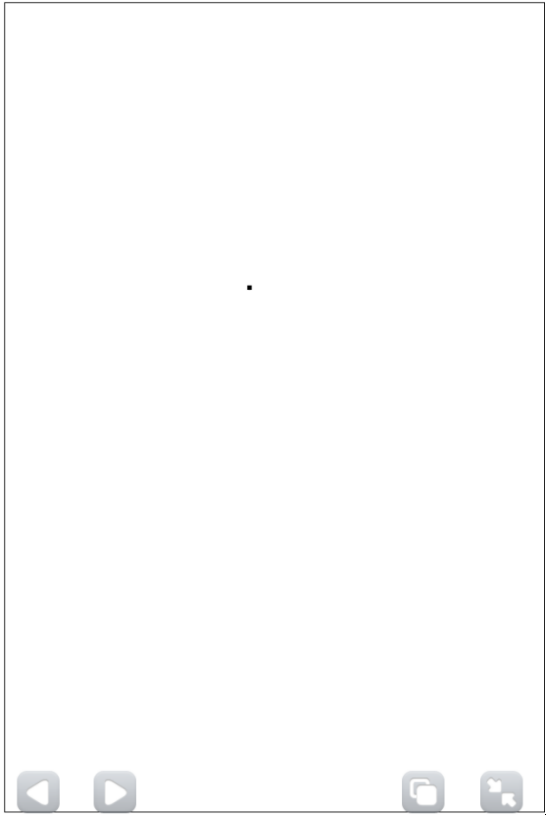
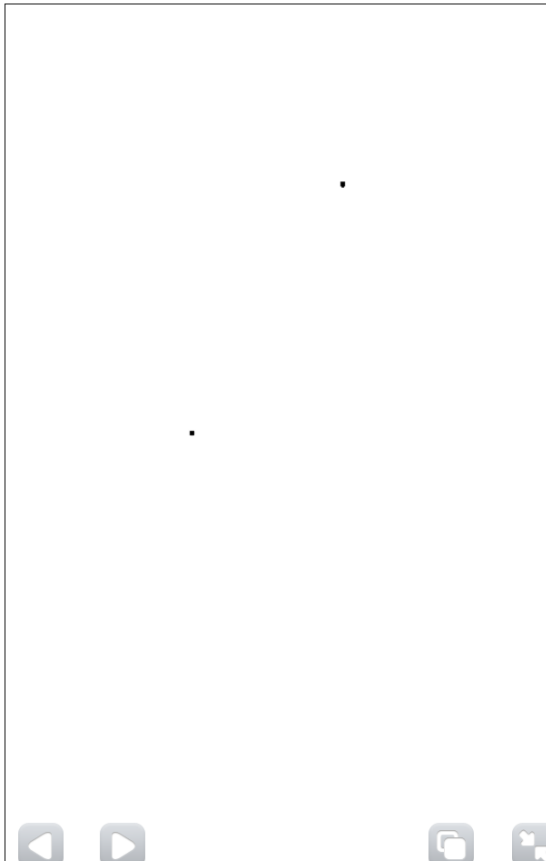
Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos golpes con dos dedos, identifica el gesto como si diera el visto bueno al contenido actual y quisiera hacer aparecer el siguiente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza una curva hacia la derecha, identifica la zona derecha como siguiente y la izquierda como atrás, realiza la curva hacia la derecha como indicación de siguiente, se relata al paso de una hoja de un cuaderno.	

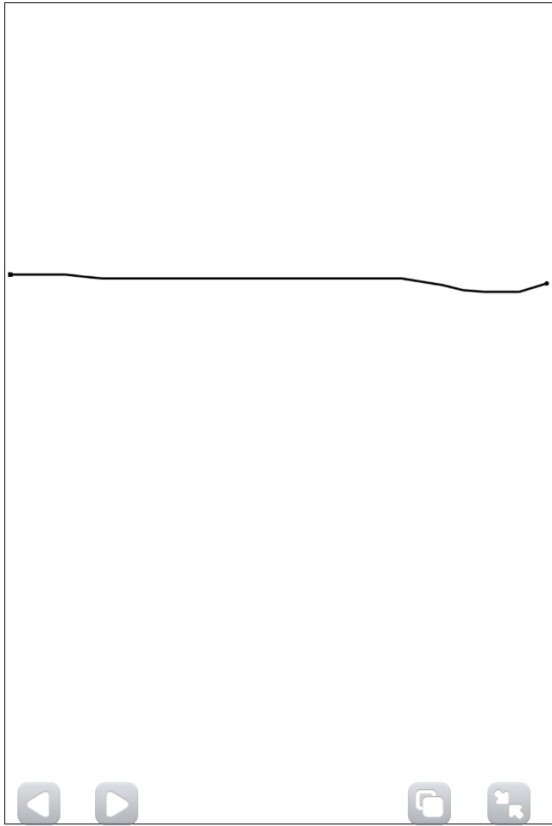
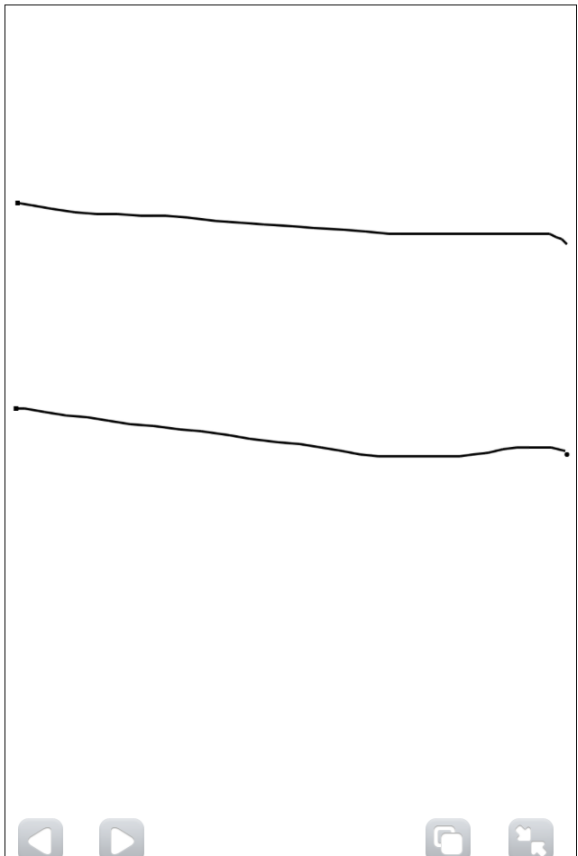
Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una curva hacia la izquierda, con esta zona asocia atrás, la curva se asemeja a la espiral que realizó para la acción de deshacer, por el sentido que tiene de volver a atrás.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos golpes con tres dedos, como asoció dos golpes con dos dedos para siguiente realiza esta acción para anterior, destaca de nuevo la relevancia del número de toques y el número de dedos empleados.	

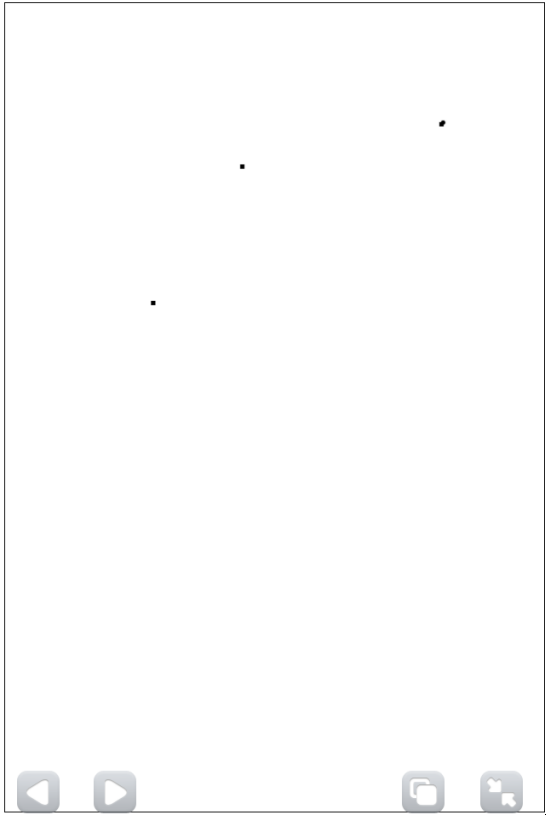
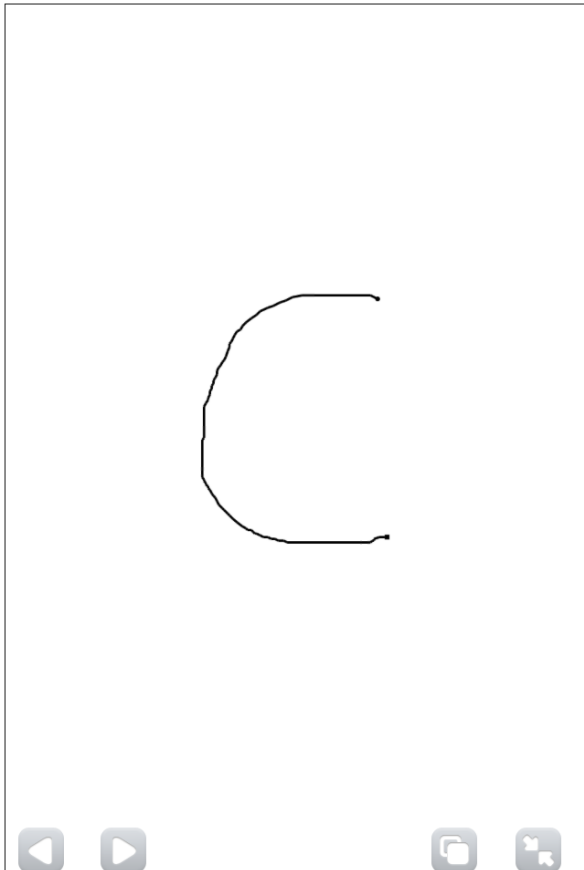
Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque con un dedo, asocia el golpe con sí, aceptar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques con un dedo, de nuevo para enfatizar un gesto lo realiza dos veces como en casos anteriores.	

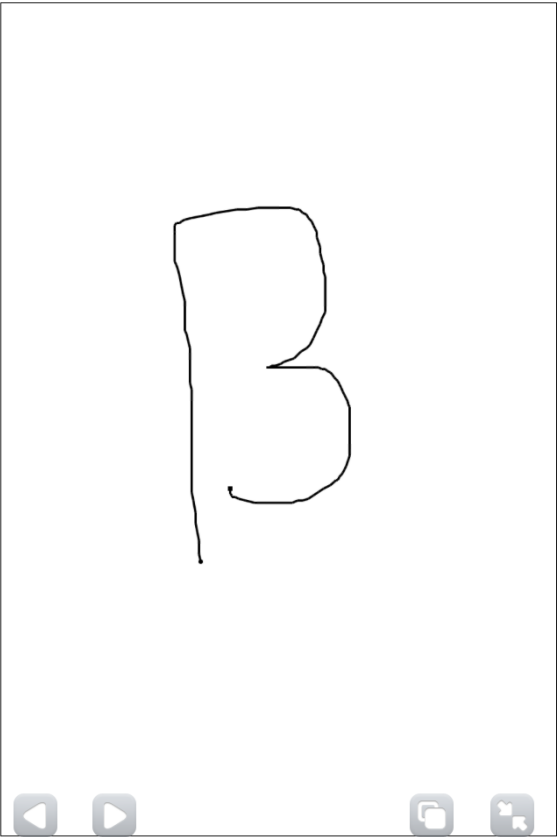
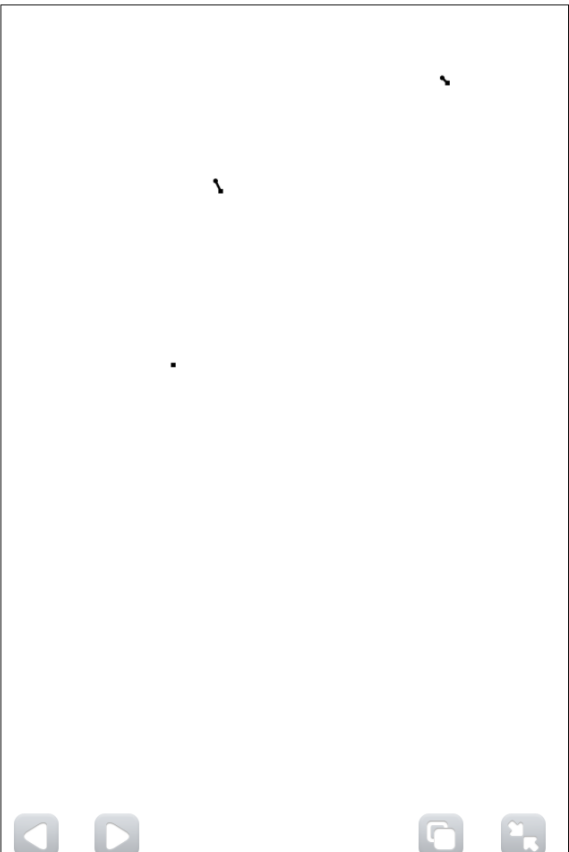
Operación:Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un flick de derecha a izquierda, lo asocia con ir hacia atrás, rechazar, la parte negativa.	 El diagrama muestra una línea horizontal que comienza con un punto en el extremo izquierdo y termina con un punto en el extremo derecho. En el centro de la línea, hay una pequeña hondoncilla o 'flick' hacia abajo, representando el movimiento de la mano. En la parte inferior del recuadro, hay cuatro iconos: un icono de compartir, un icono de guardar, un icono de retroceder y un icono de avanzar.
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la misma acción dos veces, de nuevo cobra relevancia el número de toques por su carácter de énfasis.	 El diagrama muestra dos líneas horizontales, una encima de la otra. Ambas líneas comienzan con un punto en el extremo izquierdo y terminan con un punto en el extremo derecho. En el centro de cada línea, hay una pequeña hondoncilla o 'flick' hacia abajo, representando el movimiento de la mano. En la parte inferior del recuadro, hay cuatro iconos: un icono de retroceder, un icono de avanzar, un icono de guardar y un icono de compartir.

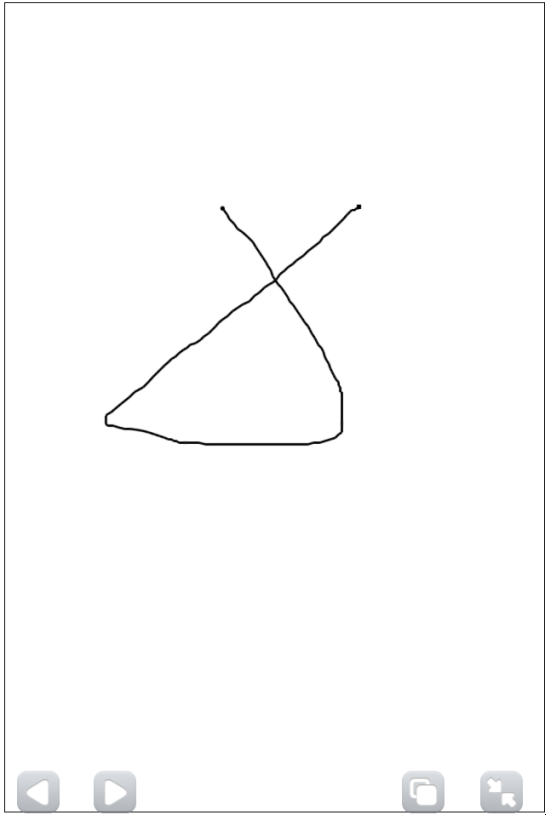
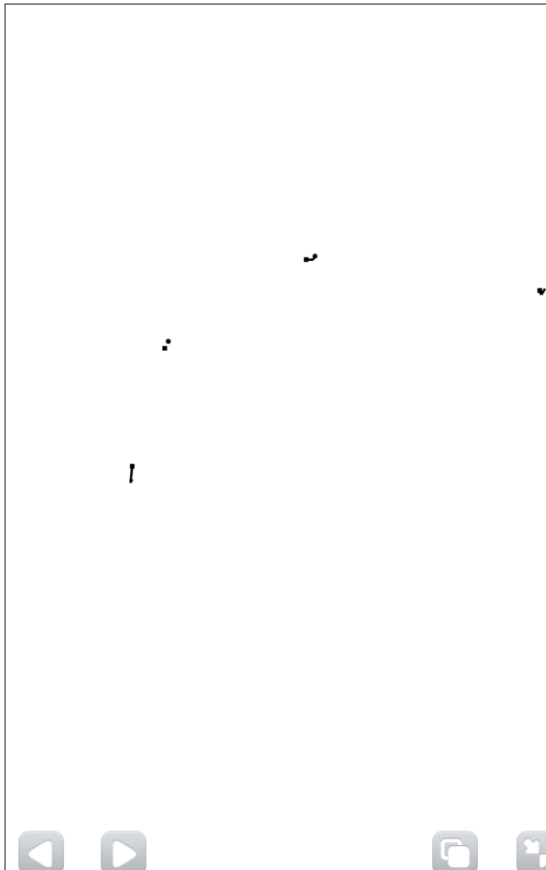
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
<p>Imagina que va a desplazar un icono de abajo a arriba, mantiene pulsado el dedo donde sitúa el icono y una vez supiera que está seleccionado se desplaza hacia la posición en la que quiere dejarlo.</p>	
Comentarios	Imagen gesto 2
<p>La misma situación, pero en este caso ya da por hecho que el icono esta selecciona y mueve dos dedos simultáneamente hacia arriba como si estuviera arrastrando algo físico que implica mayor fuerza que un dedo para moverlo.</p>	

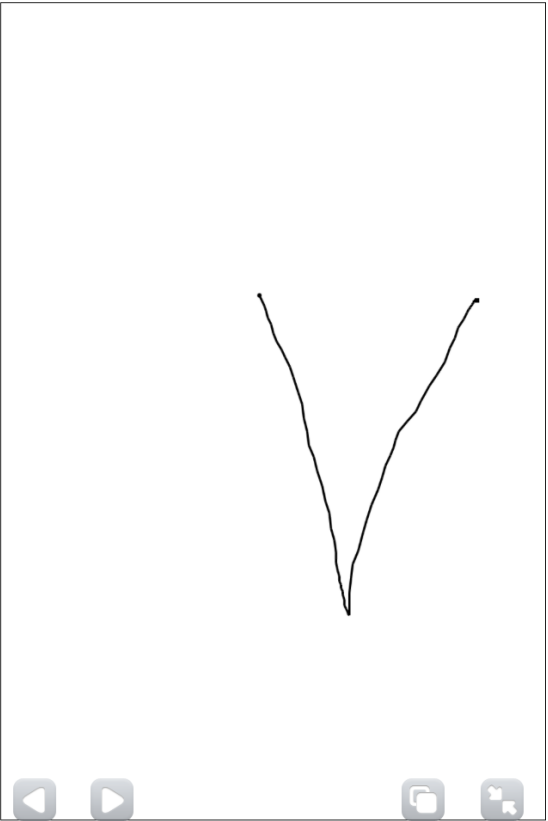
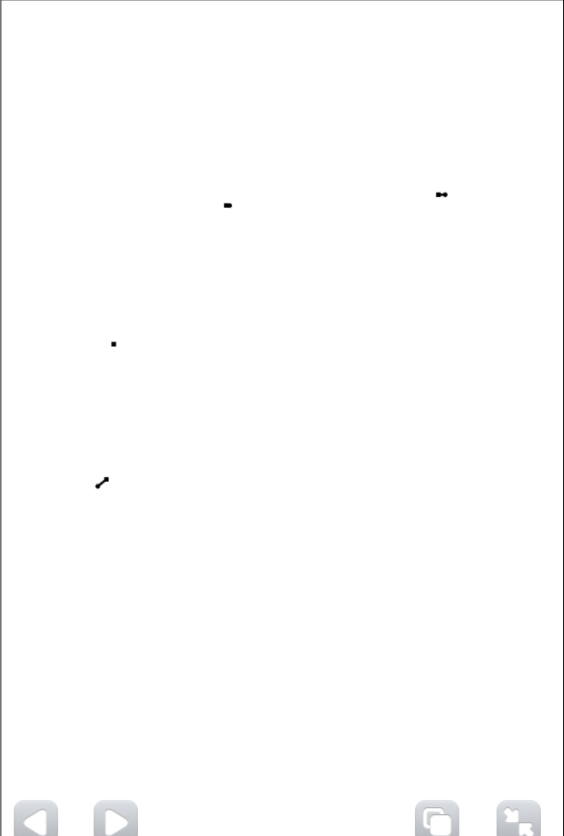
Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con un dedo, como el doble click del ordenador.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo, como segunda opción enfatiza el gesto anterior pero realizándolo con dos dedos, dos golpes con dos dedos.	



Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick de derecha a izquierda, de nuevo lo asocia con ir hacia atrás, no, cerrar,...	
Comentarios	Imagen gesto 2
Enfatiza la acción anterior realizándola con dos dedos.	

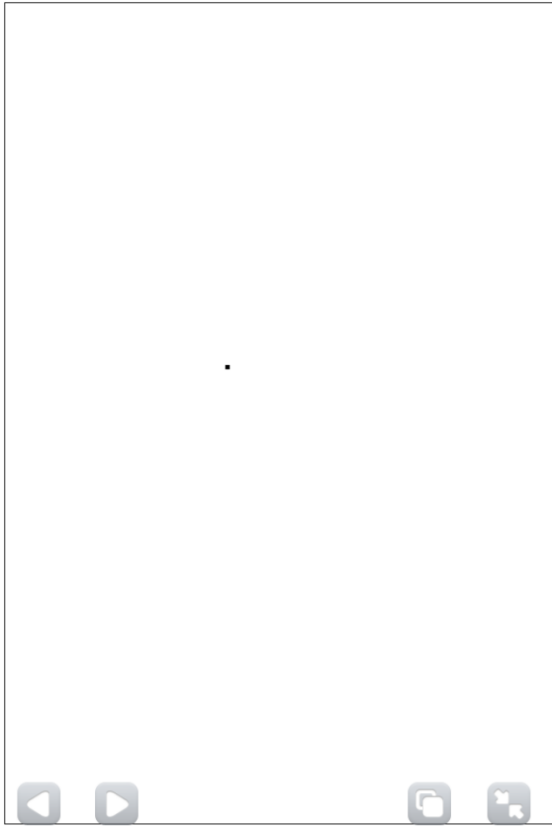
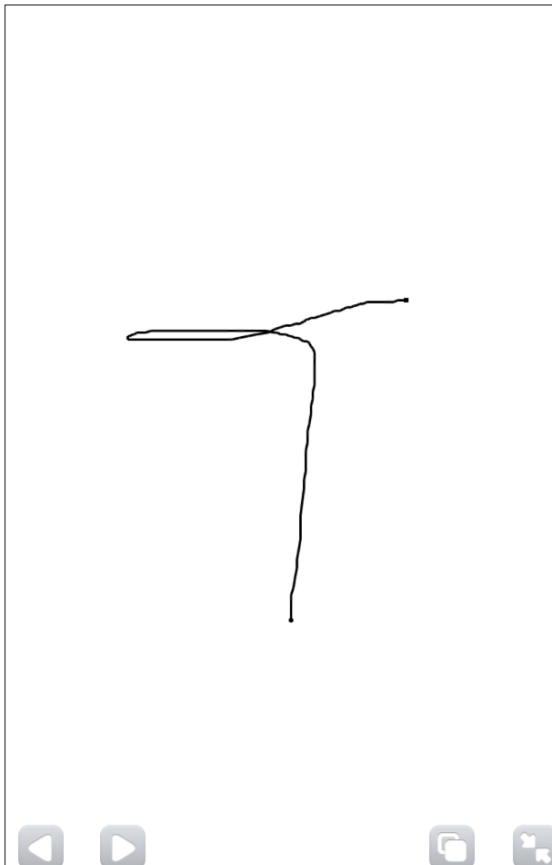
Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza tres golpes con tres dedos, da por hecho que el elemento o texto a copiar esta seleccionado y únicamente realiza la acción para copiarlo, lo justifica torpemente como una acción diferencia de dos toques con dos dedos y de mayor peso que aceptar por ejemplo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la letra C, lo justifica como la letra que se usa de atajo en el ordenador para copiar.	

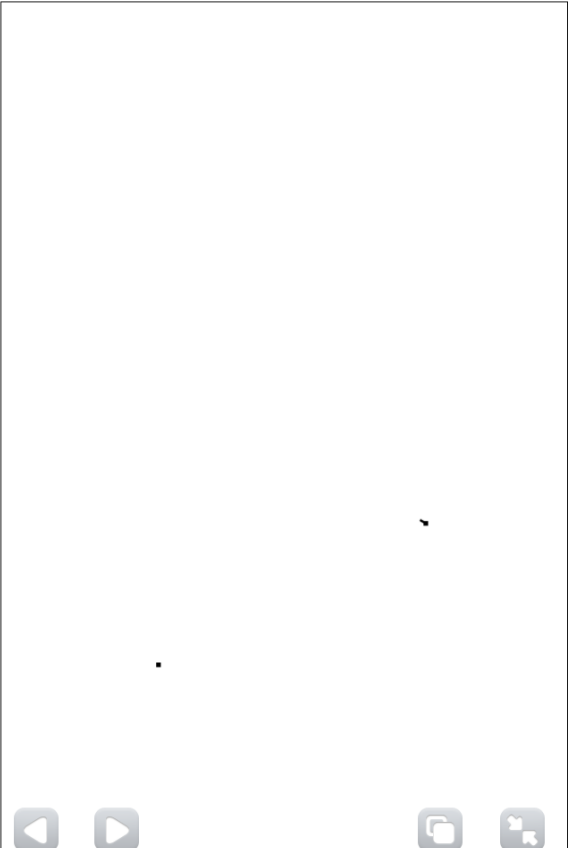
Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
De nuevo asocia la letra B con la acción de borrar.	 A screenshot of a mobile application interface showing a large, hand-drawn letter 'B' in the center. At the bottom, there are four icons: a left arrow, a right arrow, a square with a plus sign, and a square with a minus sign.
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos golpes con tres dedos, lo justica como si tres golpes era copiar, dos solo es borrar.	 A screenshot of a mobile application interface showing three small black dots arranged in a vertical line in the center. At the bottom, there are four icons: a left arrow, a right arrow, a square with a plus sign, and a square with a minus sign.

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una equis sin levantar el dedo, lo asocia al atajo de teclado de ordenador.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza cuatro dedos un golpe, de nuevo parece dotar de importancia al número de dedos y de toques para las acciones de copiar, cortar y borrar aunque lo justifica de manera muy pobre.	

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una V, de nuevo por el atajo de teclado de ordeandor.	 <p>A screenshot of a mobile application interface showing a hand-drawn letter 'V' in the center. The interface includes a bottom navigation bar with four icons: a back arrow, a play button, a clipboard, and a share icon.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques con cuatro dedos, como un toque era cortar, dos pegar.	 <p>A screenshot of a mobile application interface showing four small black dots arranged in a square pattern, representing a four-finger gesture. The interface includes a bottom navigation bar with four icons: a back arrow, a play button, a clipboard, and a share icon.</p>

Operación: Seleccionar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un rectángulo como queriendo atrapar dentro lo que quiere seleccionar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza tres toques con cuatro dedos, de nuevo vuelve a los cuatro dedos sin poder justificar de forma razonada el gesto.	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un golpe con un dedo, como para indicar que ha terminado con ese campo y pasa al siguiente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la T, ya que asocia el gesto con la tabulación del ordenador.	

Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un gesto de movimiento, lleva el móvil de atrás hacia delante según describe, el movimiento consiste en acercarse el móvil al cuerpo rápidamente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques con dos dedos y el último mantenido, similar a aceptar.	

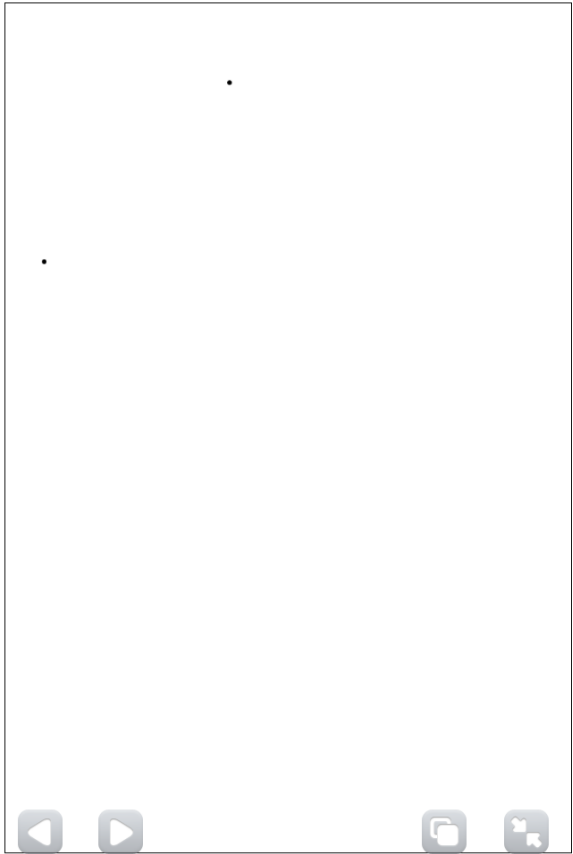

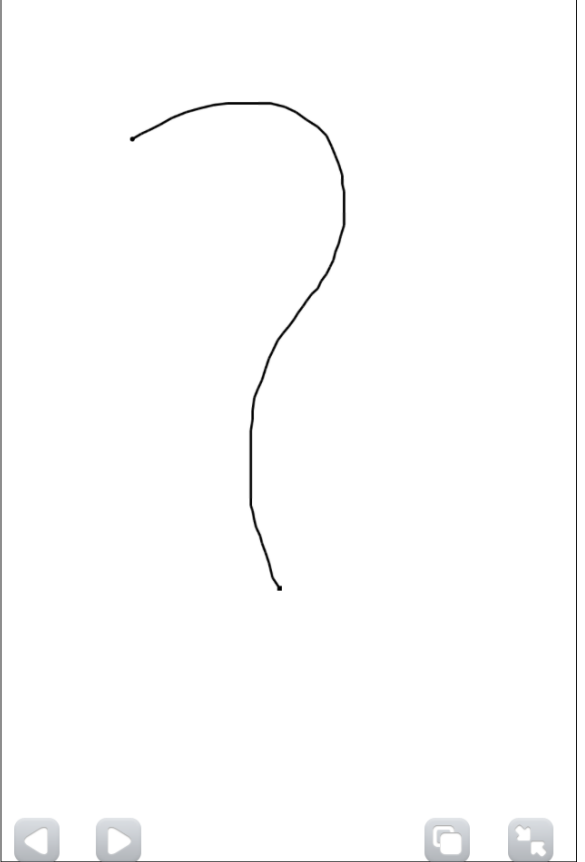
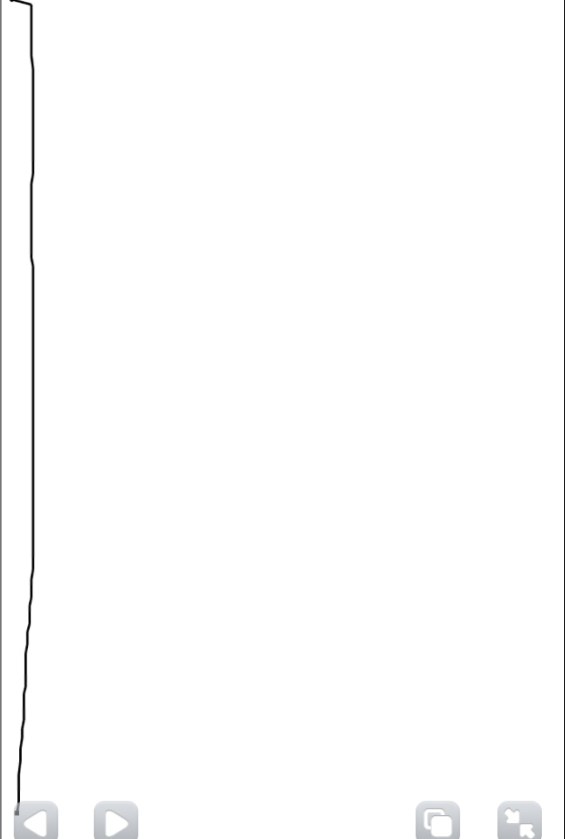
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un gesto de movimiento, contrario a descolgar, se aleja el móvil rápidamente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Dos toques con dos dedos, realiza la misma acción que descolgar, entiende que en función del contexto, cuelga o descuelga.	

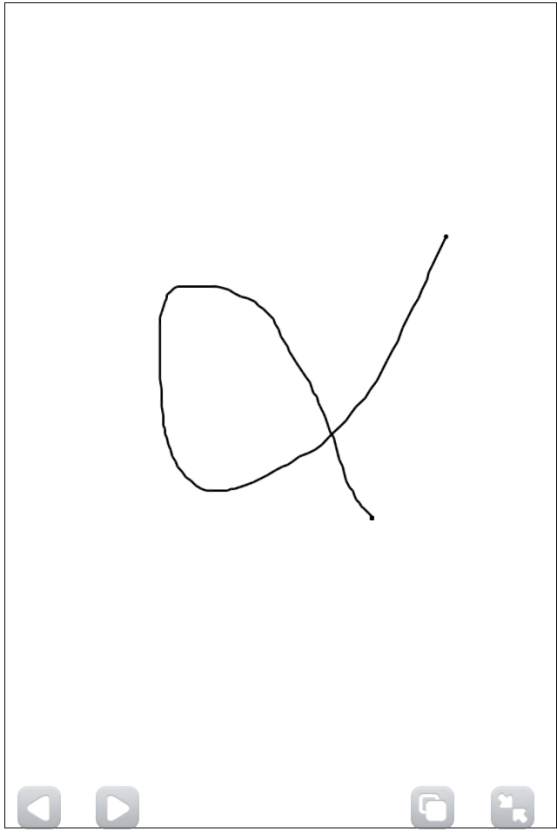
Tabla 2 – Tabla recopilación datos gestos usuario 2

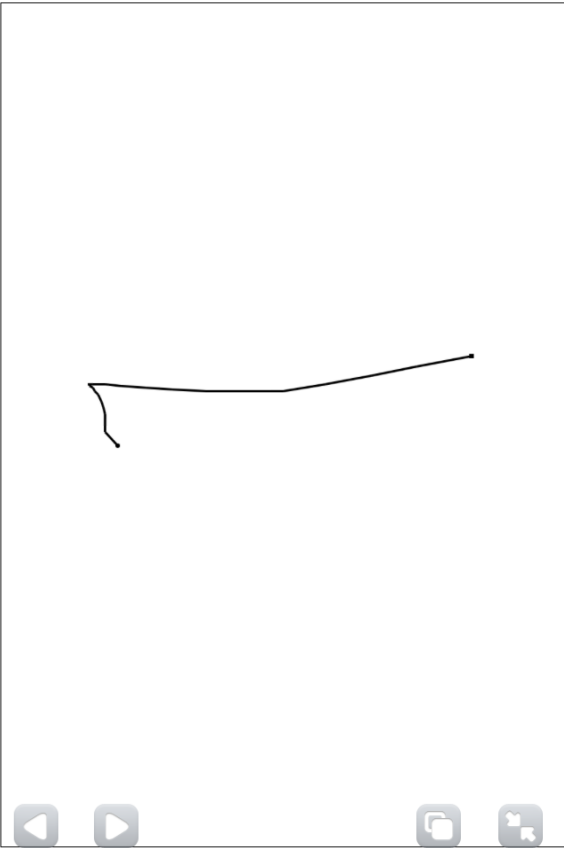
uario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
2	72	Masculino	Sí (iPhone)	Sí	Ordenador personal	Adquirida, hace más de 50 años	Sí

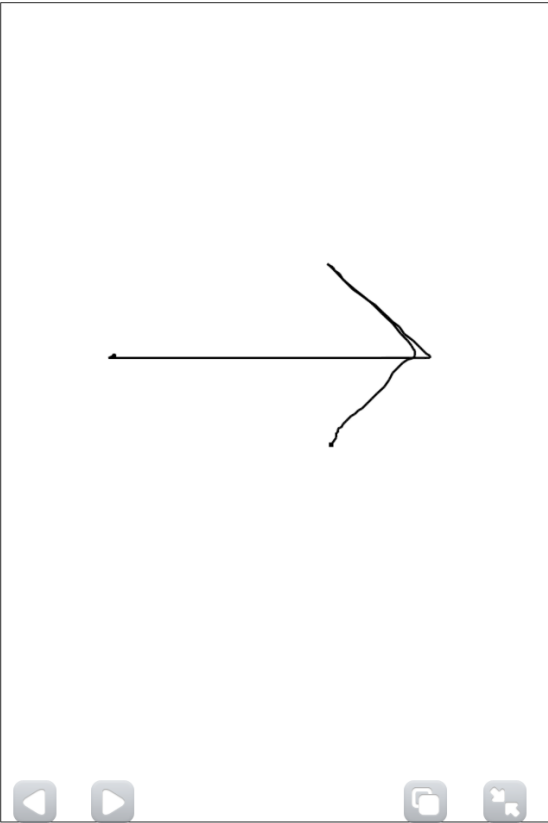
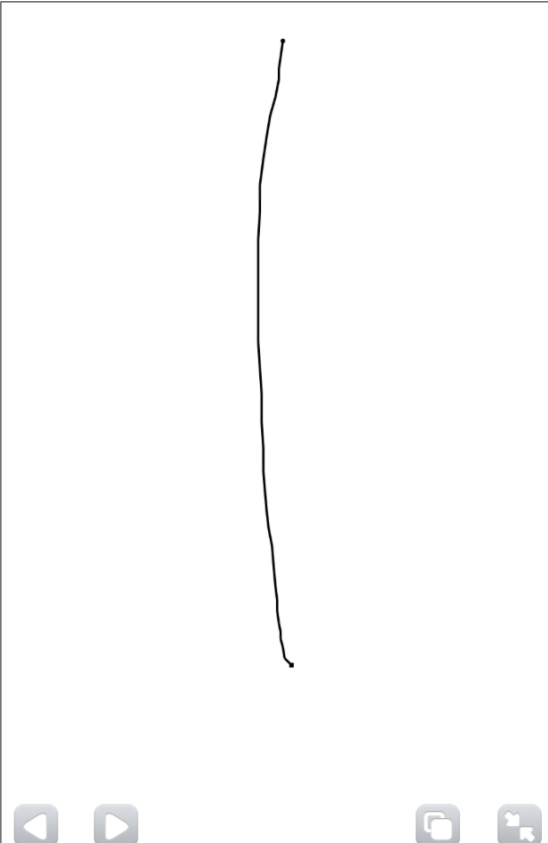
Tabla 3 – Datos de usuario 2

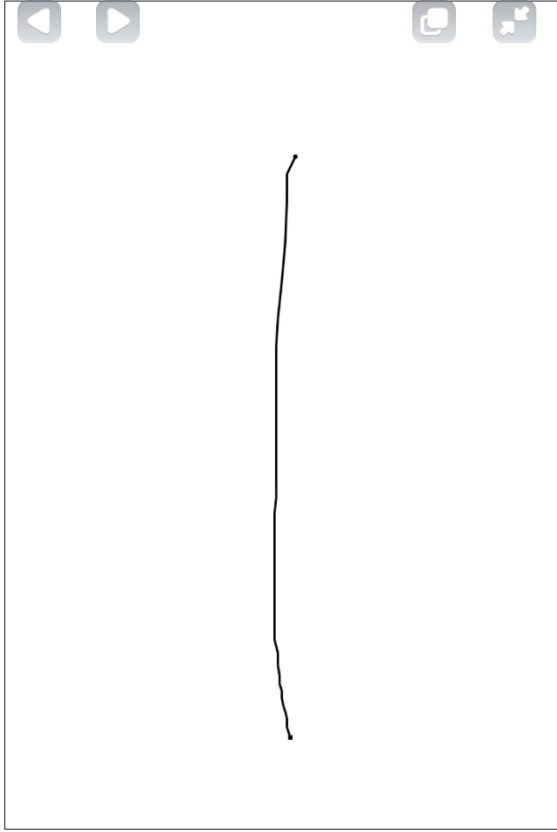
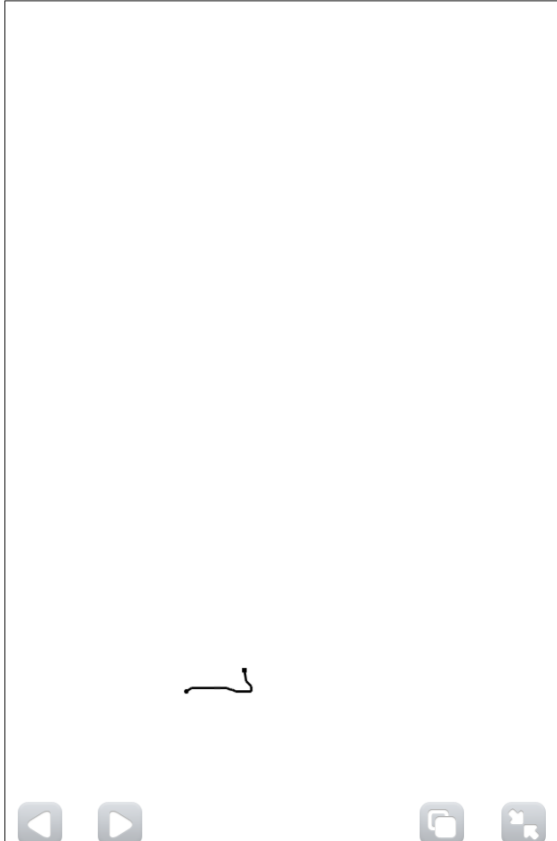
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Gesto de movimiento, mueve el móvil arriba y abajo dos veces , explica que lo asocia como el llamar a una puerta para que aparezcan el resto de opciones	
Comentarios	Imagen gesto 2
Apoya la mano entera sobre la pantalla, el gesto se graba como una serie de toques dispersos en la pantalla debido a que aunque apoye toda la mano solo toca con algunas partes. Lo justifica diciendo que tapa todo lo que hay para que aparezca el resto de opciones	
Operación: Ayuda	

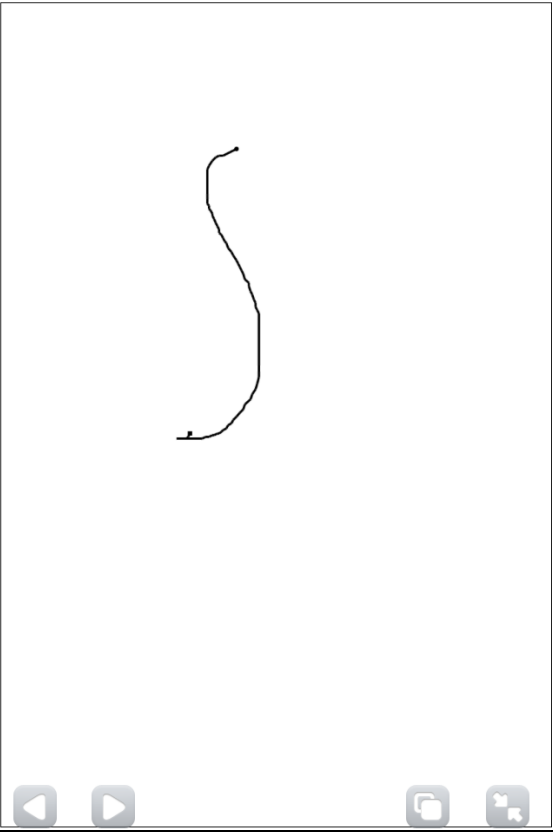
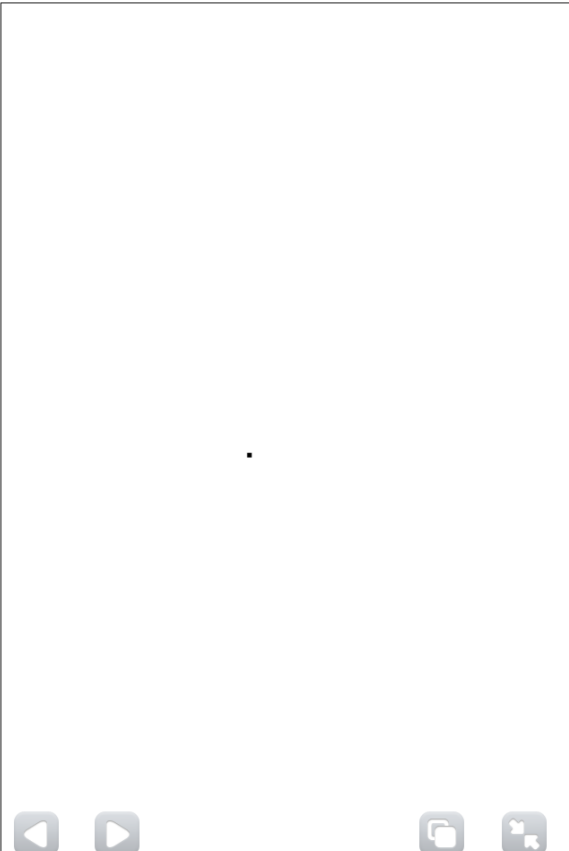
Comentarios	Imagen gesto 1
<p>Realiza una interrogación como si fuera una pregunta para pedir ayuda</p>	 <p>The image shows a hand-drawn question mark on a white background. The question mark is formed by a curved line starting from the top left, arching over to the right, and then descending vertically to the bottom right. At the bottom of the image, there are four small, semi-transparent icons: a left-pointing triangle, a right-pointing triangle, a square with a circle inside, and a square with a circle and a right-pointing triangle inside.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
<p>Desliza el dedo por la parte izquierda de la pantalla de arriba abajo, toma una referencia con el lateral y remarca que en esa zona la asociaría con la ayuda,</p>	 <p>The image shows a hand-drawn vertical line on the left side of a white background. The line starts near the top left corner and extends almost to the bottom left corner. At the bottom of the image, there are four small, semi-transparent icons: a left-pointing triangle, a right-pointing triangle, a square with a circle inside, and a square with a circle and a right-pointing triangle inside.</p>

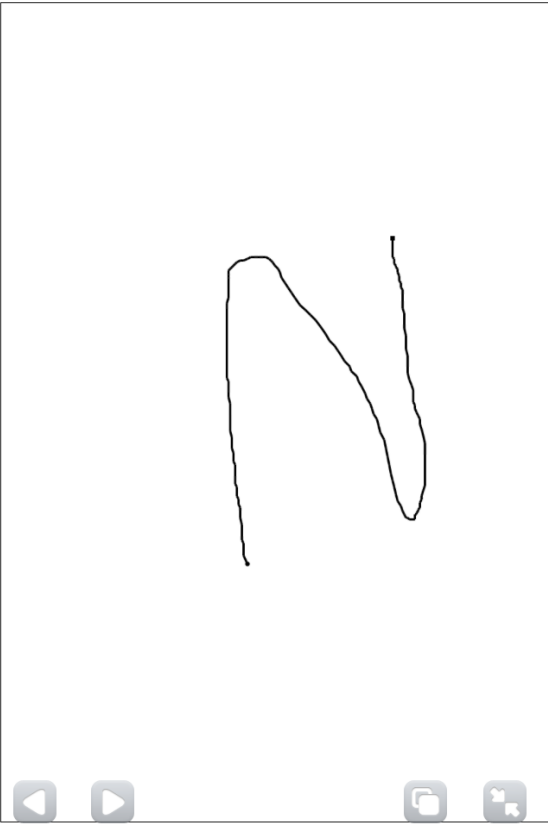
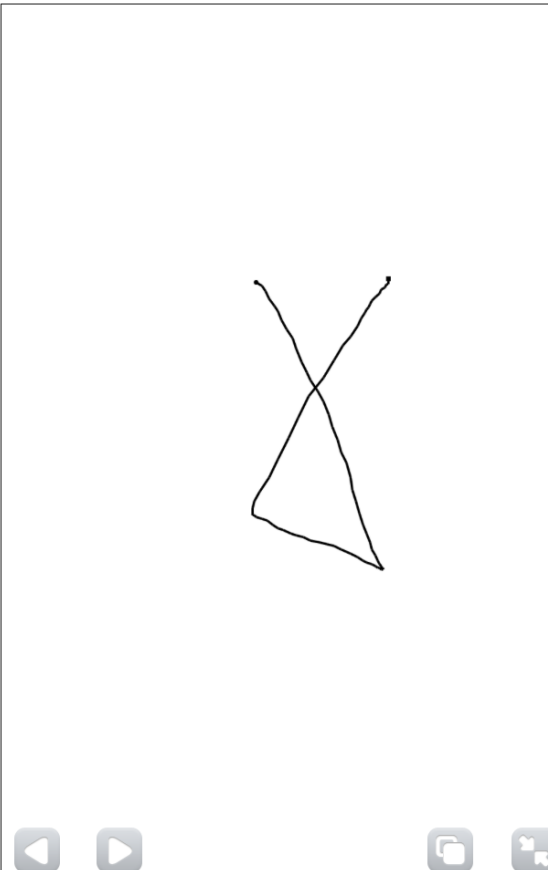
Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la letra alfa, pero explica que en realidad es una forma rápida de sin levantar el dedo hacer una X, como tachando para deshacer.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un gesto de movimiento, mueve el móvil horizontalmente de lado a lado como si fuera un borrador cuando quieres quitar algo mal escrito.	

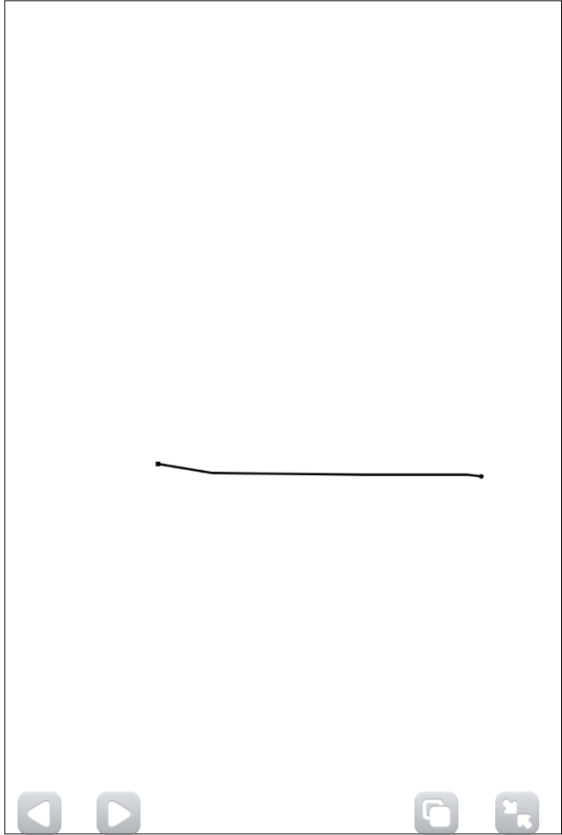
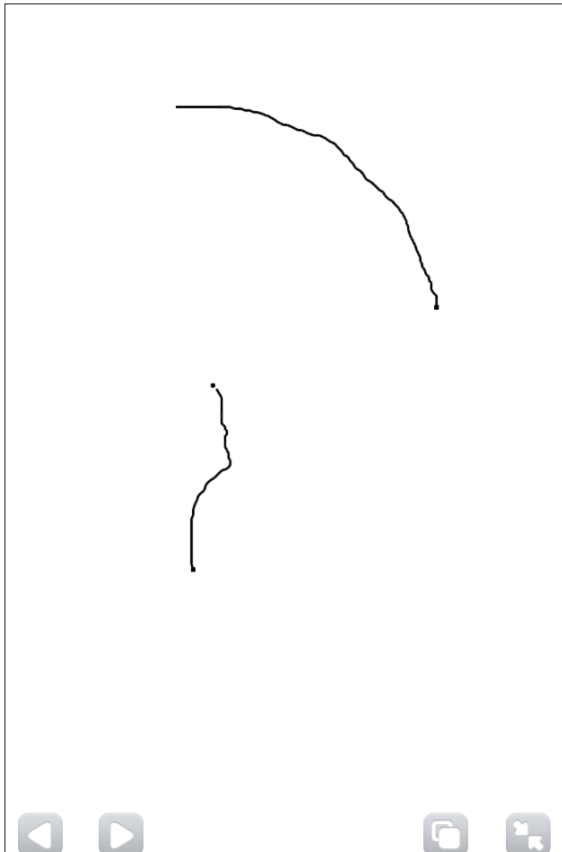
Operación: Cambiar de aplicación	
Comentarios	Imagen gesto 1
Describe el gesto como tocar y venir, realiza un ligero movimiento hacia arriba y seguidamente desplaza el dedo hacia la derecha, lo justifica como si desplegara la lista de aplicaciones y se desplazara a la siguiente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la misma acción pero usando el movimiento, mueve ligeramente el móvil hacia abajo y seguidamente hacia la derecha.	

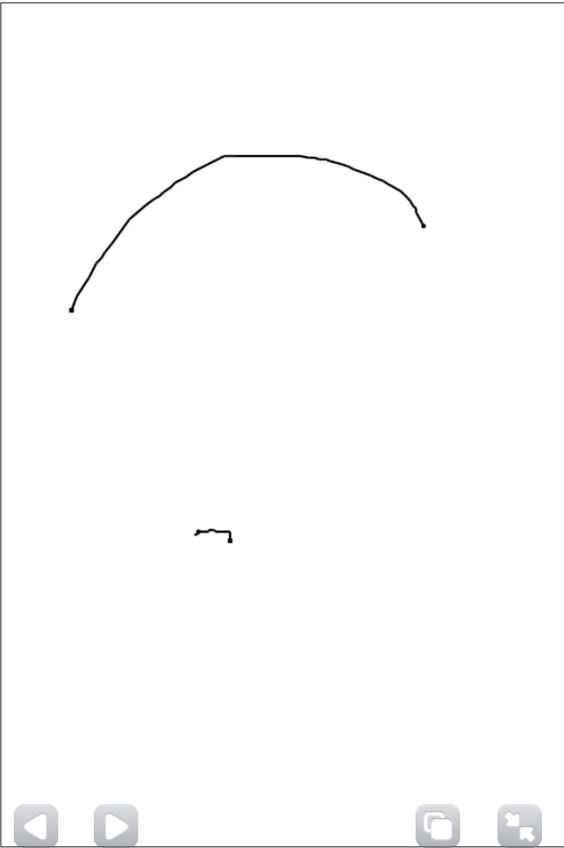
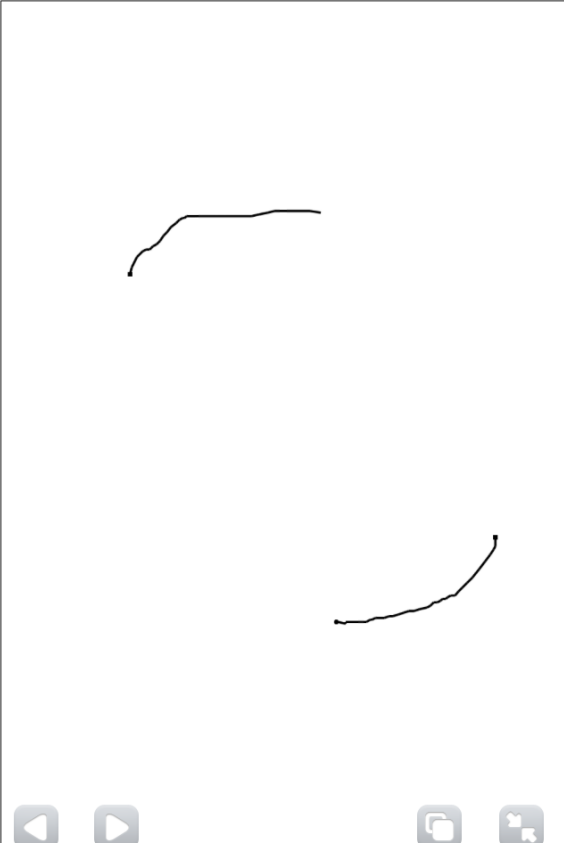
Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una flecha hacia la derecha, la mayoría de usuarios asocia la derecha y la parte de arriba con avanzar y la izquierda y la parte de abajo con retroceder.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un flick hacia abajo, como si subiera una lista.	

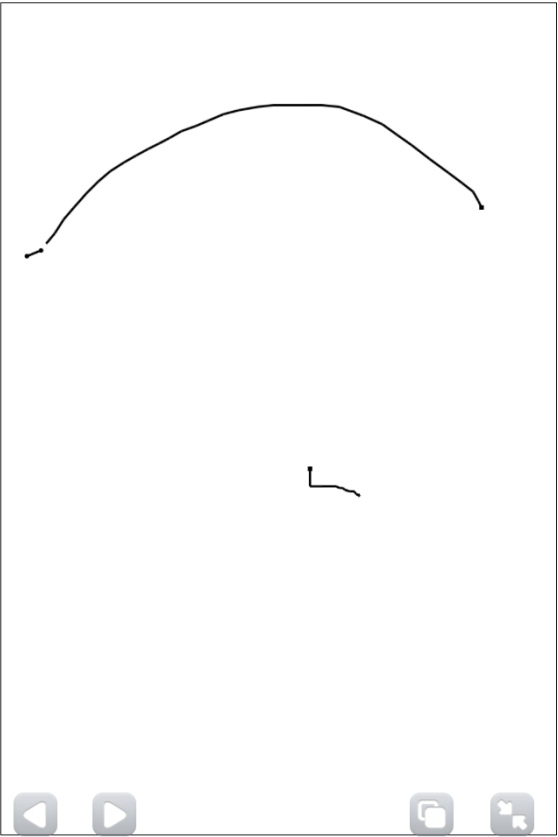
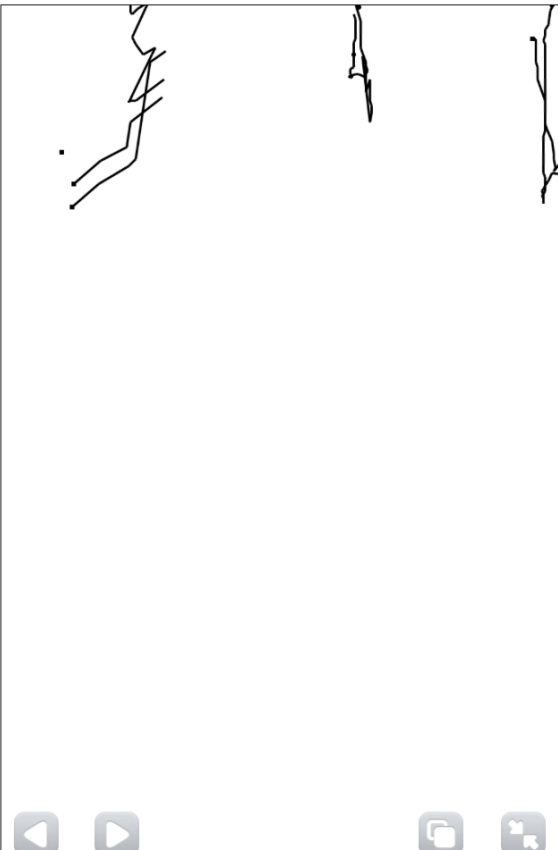
Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza el movimiento contrario, flick hacia abajo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Toca la parte de debajo de la pantalla, como se ha comentado lo asocia con retroceder. Se graba como una pequeña línea porque mantiene el toque de forma ligeramente prolongada aumentando la superficie de contacto.	

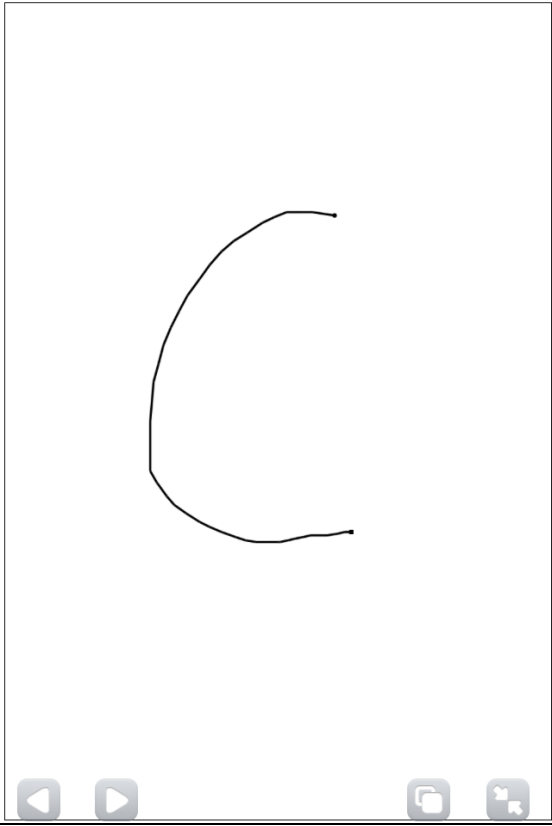
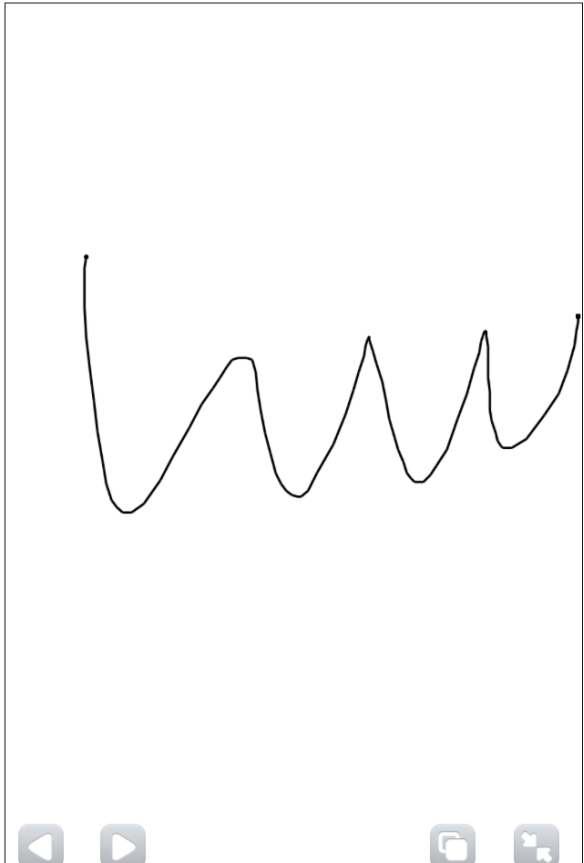
Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la S de sí.	 <p>A hand-drawn letter 'S' in black ink on a white background. The letter is slightly tilted to the right. At the bottom of the 'S', there is a small red dot. Below the drawing area, there are four small icons: a left arrow, a right arrow, a square, and a square with a plus sign.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Un toque lo asocia con aceptar, sí, avanzar, algo positivo.	 <p>A single black dot centered on a white background. Below the drawing area, there are four small icons: a left arrow, a right arrow, a square, and a square with a plus sign.</p>

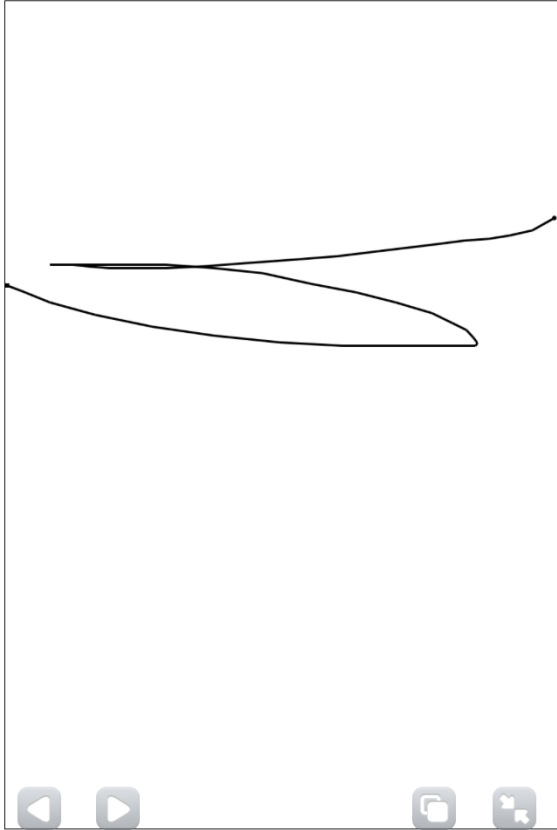
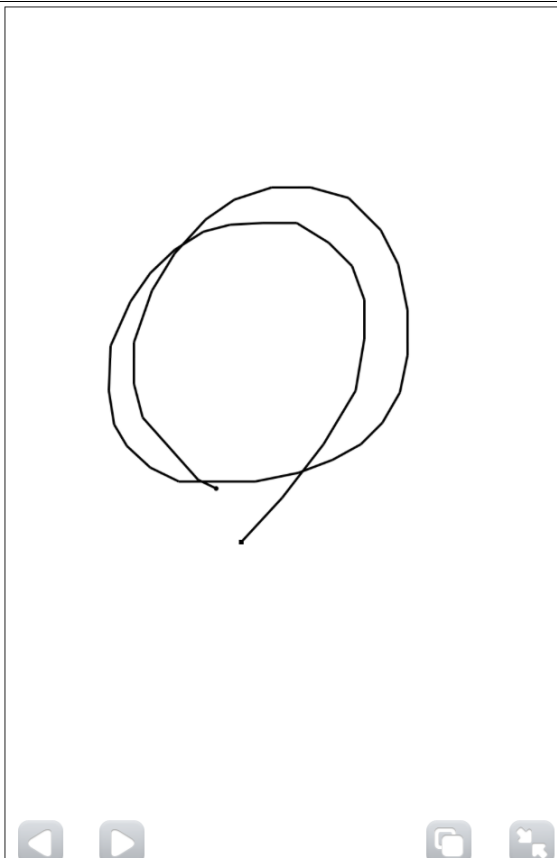
Operación: Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la n de no.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo asocia la X con algo negativo, rechazar, pero en este caso en lugar de hacerla como un alfa la realiza normal.	

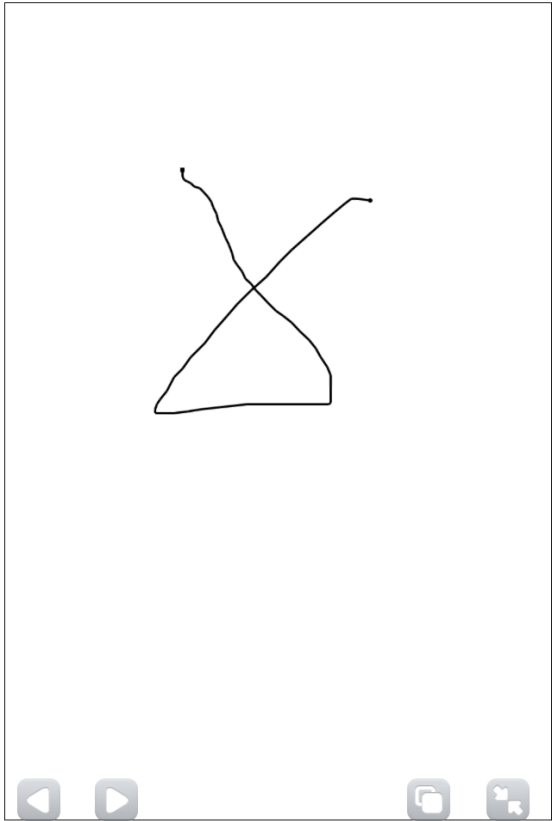
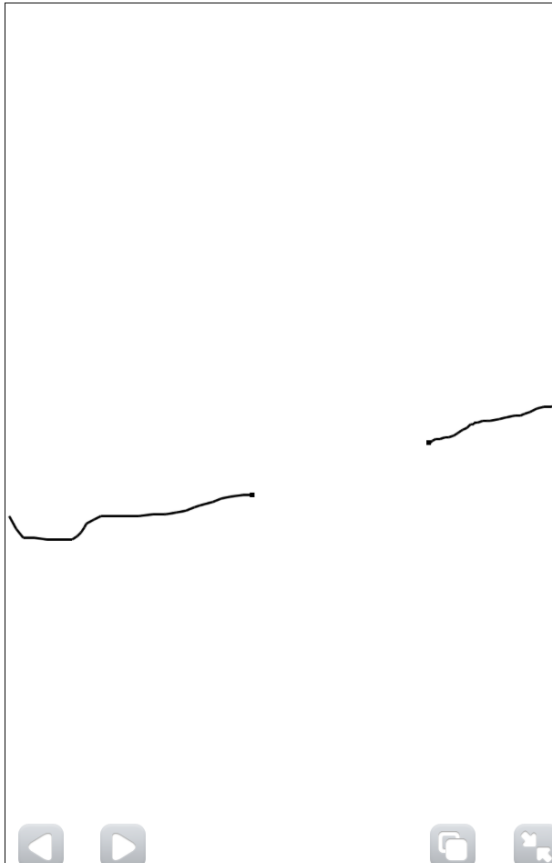
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick de izquierda a derecha si quiere mover el objeto una posición hacia delante y al contrario para atrás, piensa la disposición sobre la pantalla como	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un movimiento de rotor, con un dedo fijo, aunque se registra como una pequeña línea, y otro girando, como el dial de una radio, con la misma idea del gesto anterior, girar el dial hacia la derecha avanza y hacia la izquierda retrocede.	

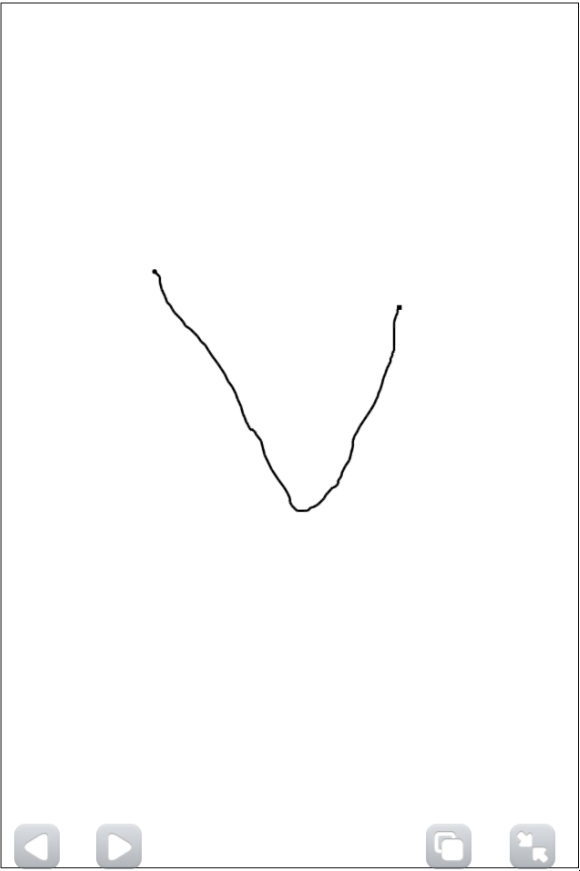
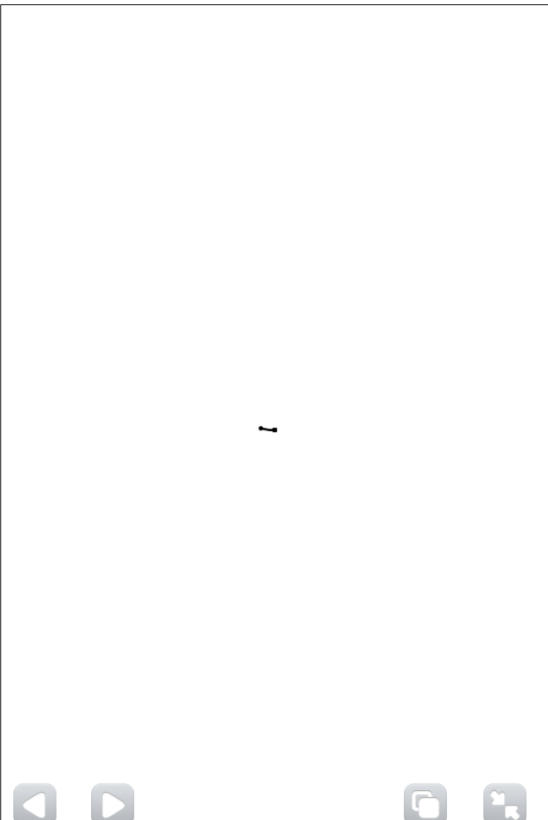
Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un movimiento similar al de rotor y lo justifica como le movimiento de abrir una puerta con una llave,	 El diagrama muestra un gesto de apertura representado por una línea curva que comienza en la parte inferior izquierda, se eleva formando un arco hacia la parte superior derecha y luego desciende. Debajo de este arco, hay una pequeña línea horizontal que representa un pestillo. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con botones de navegación (atrás, adelante) y botones de funcionalidad (guardar, compartir).
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo el mismo planteamiento pero en este caso piensa en un pestillo de una puerta y gira los dos dedos.	 El diagrama muestra un gesto de rotación representado por una línea que comienza en la parte superior izquierda, se mueve hacia la derecha y luego hacia abajo, formando una especie de 'L' invertida. En la parte inferior derecha, hay una línea curva que representa un pestillo. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con botones de navegación (atrás, adelante) y botones de funcionalidad (guardar, compartir).

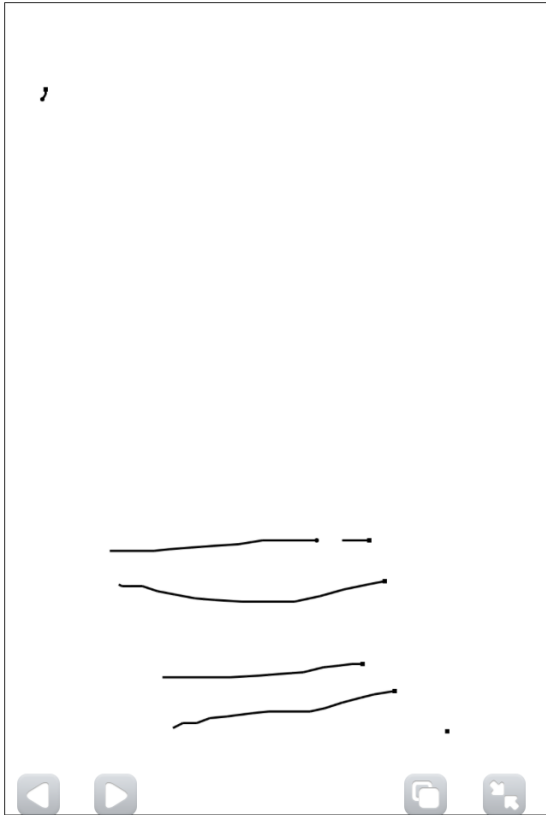
Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza el mismo gesto que abrir pero en sentido contrario.	 El diagrama muestra un gesto de cierre en forma de un arco invertido. La línea comienza en el punto inferior izquierdo, se eleva suavemente hacia el centro superior y luego desciende hacia el punto inferior derecho. Debajo de este arco, hay un pequeño símbolo en forma de 'L' que indica la dirección o el punto de partida. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una red.
Comentarios	Imagen gesto 2
Desplaza tres dedos hacia arriba como indicando con ello énfasis y que quiere quitar la aplicación. Al apoyar los dedos con énfasis desplaza el dispositivo y repite el gesto de forma inconsciente.	 El diagrama muestra tres líneas verticales que representan el movimiento de tres dedos hacia arriba. Cada línea comienza en un punto bajo y se eleva hacia el punto superior. Las líneas están ligeramente onduladas, lo que sugiere un movimiento repetitivo o un gesto inconsciente. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una red.

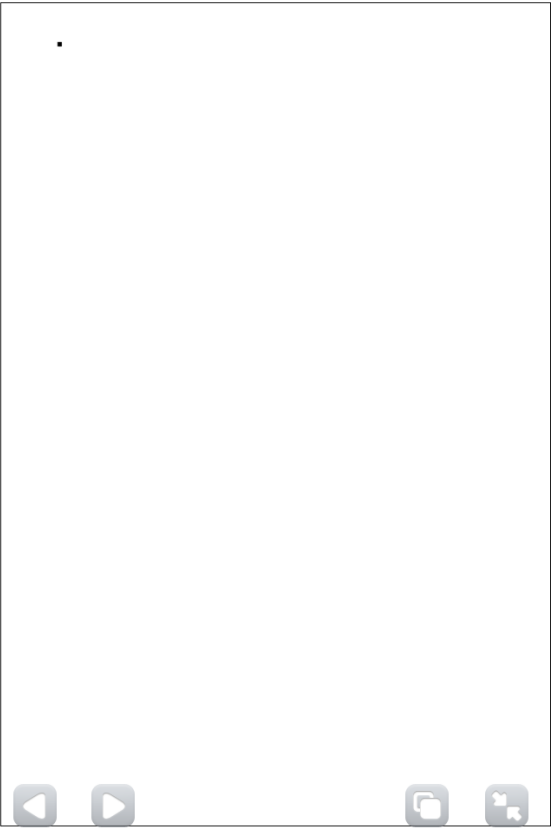
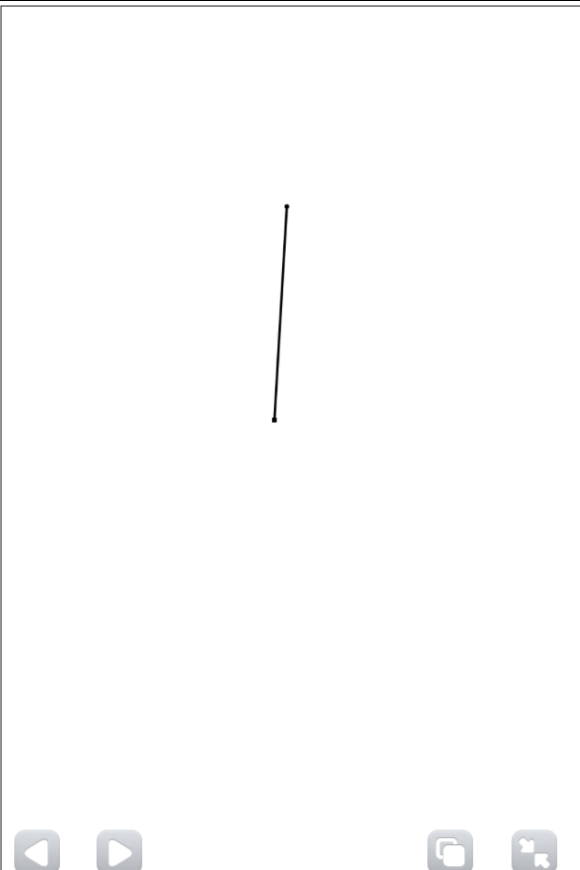
Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la c porque la asocia con la letra del comando copiar del ordenador	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un zigzag vertical como simulando que escribe, con ello quiere indicar que se copie el texto que el usuario imagina como seleccionado.	

Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un movimiento de derecha a izquierda dos veces, como una goma borrando	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un par de círculos hacia la izquierda, con ello da a entender que quiere retroceder, o quitar todo lo que hay sobre la pantalla	

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la X porque es la letra que asocia con el comando de cortar del ordenador.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza el gesto de zoom out, junta dos dedos, lo asocia a las hojas de una tijera cortando.	

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la V porque la asocia con el comando de pegar del ordeador	
Comentarios	Imagen gesto 2
Mantiene el dedo gordo sobre la pantalla como el gesto que realizan los niños cuando pegan algo, por el énfasis que significa usar el dedo gordo.	

Operación: Seleccionar	
Comentarios	Imagen gesto 1
<p>Marca el inicio con un dedo que deja en contacto en la parte superior izquierda, y en la parte inferior con la otra mano va realizando flick de izquierda a derecha seleccionando hasta que da otro toque con la otra mano y retira los dos dedos.</p>	
Comentarios	Imagen gesto 2
<p>No realiza gesto, comenta que realizaría la opción usando Siri y dando órdenes por voz.</p>	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un tap en la esquina superior izquierda porque lo asocia con la posición del tabulador en el teclado	
Comentarios	Imagen gesto 2
Flickea hacia abajo para indicar que quiere bajar al siguiente campo.	

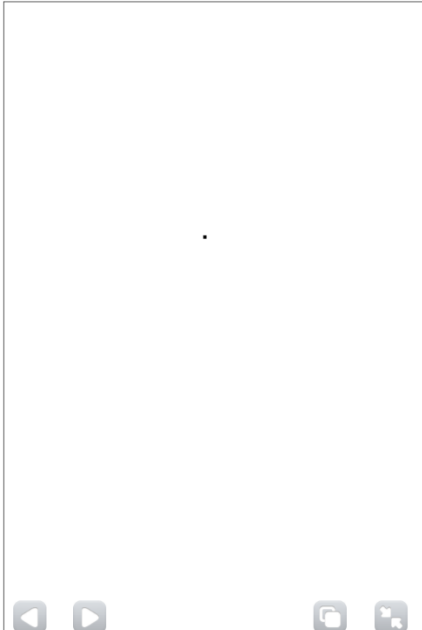
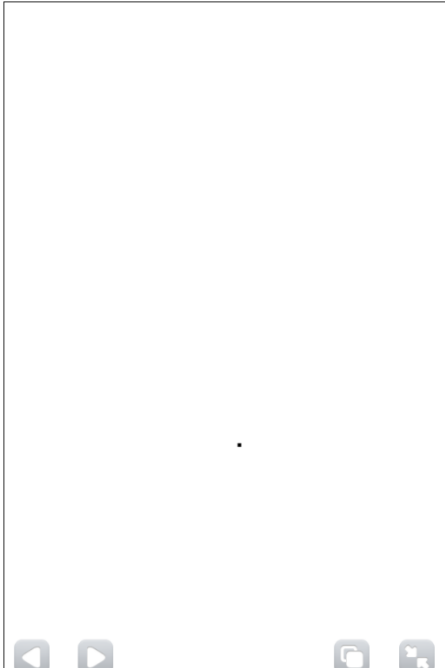
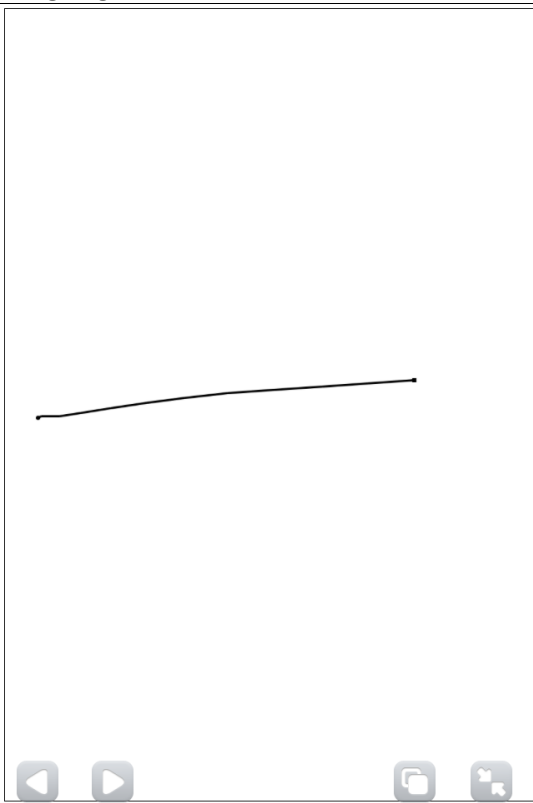
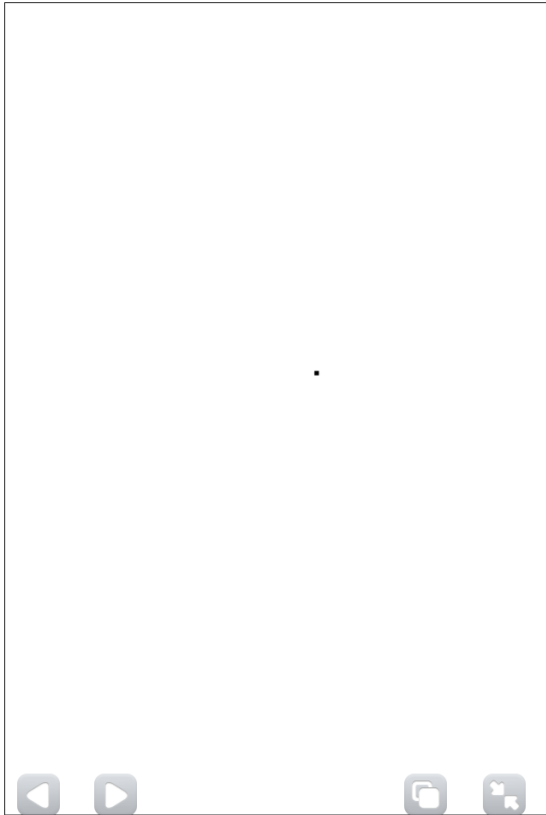
Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Como primera opción para descolgar el usuario sugiere usar el botón y no realiza un gesto.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Dos golpes sobre la pantalla porque es el gesto que actualmente usa	
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Para colgar sugiere los mismos gestos, para la primera opción el botón.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Para la segunda opción realizar dos toques.	

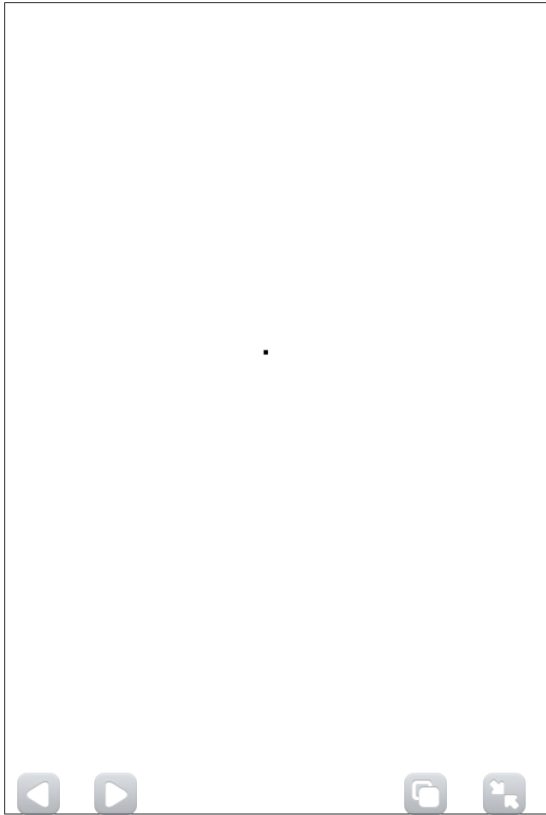
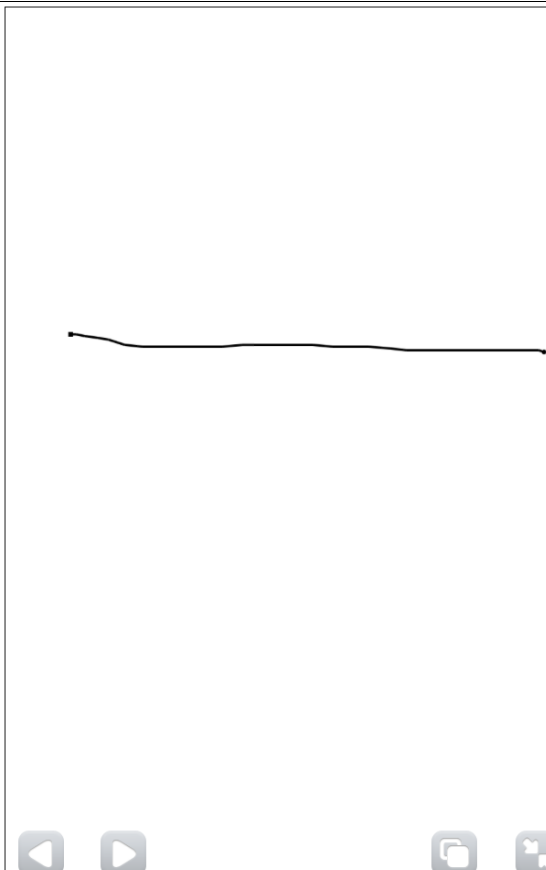
Tabla 4 – Tabla recopilación datos gestos usuario 2

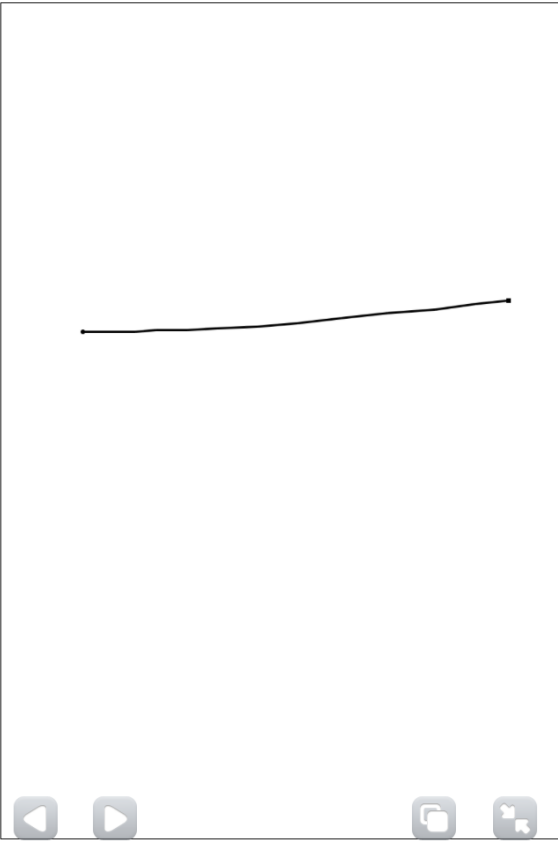
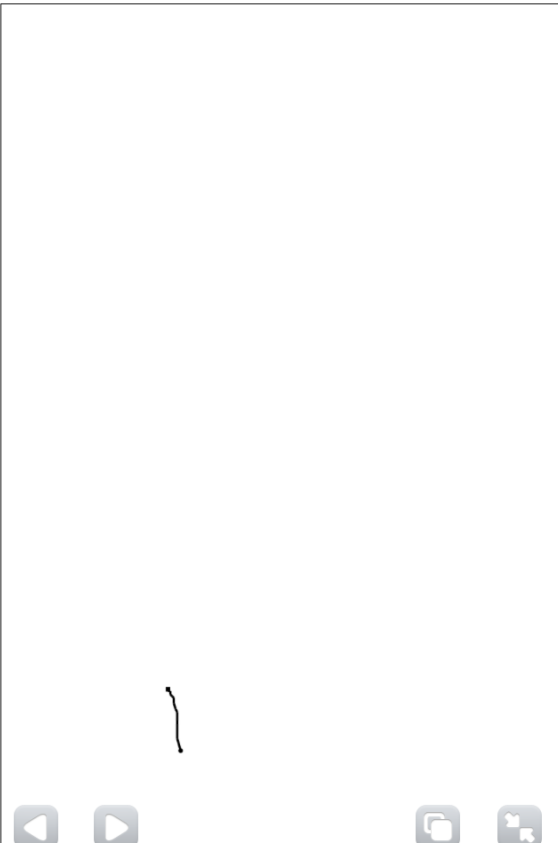
Usuario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
3	61	Masculino	Sí (iPhone)	Sí	No	Adquirida, hace 20 años	No

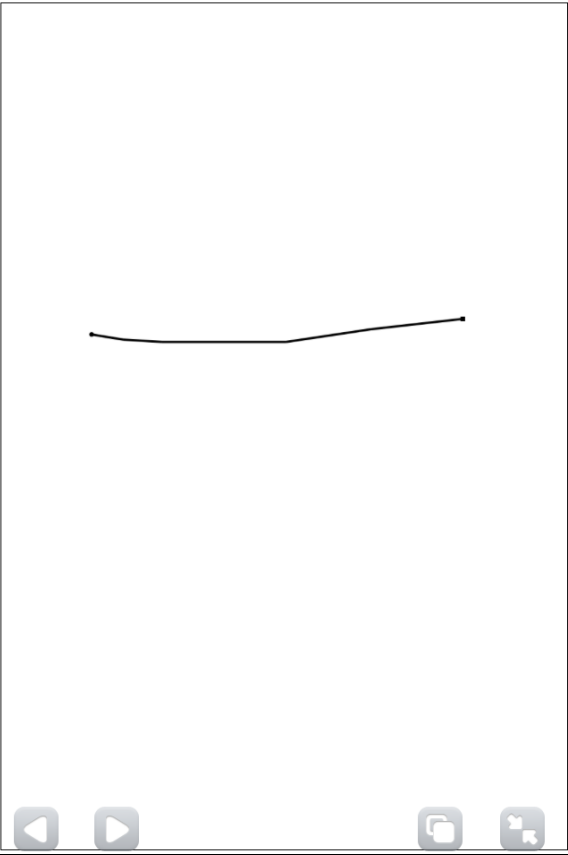
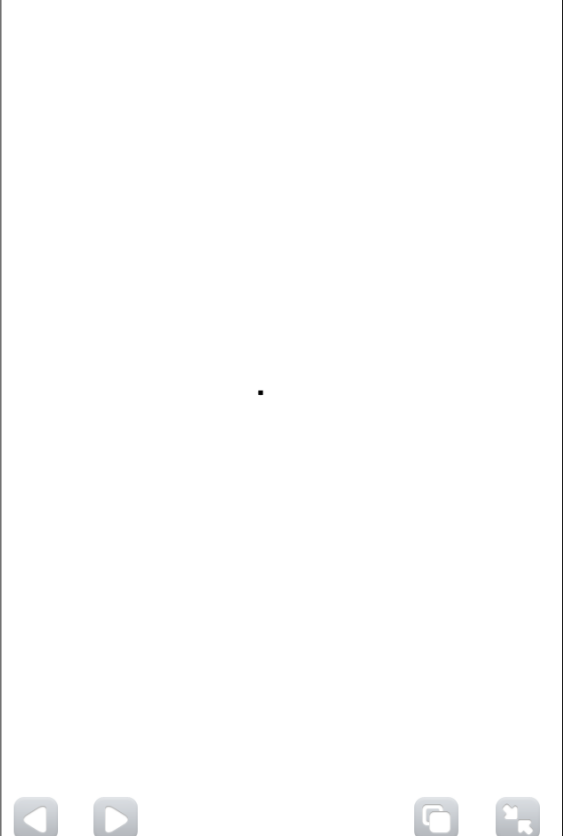
Tabla 5 – Datos de usuario 3

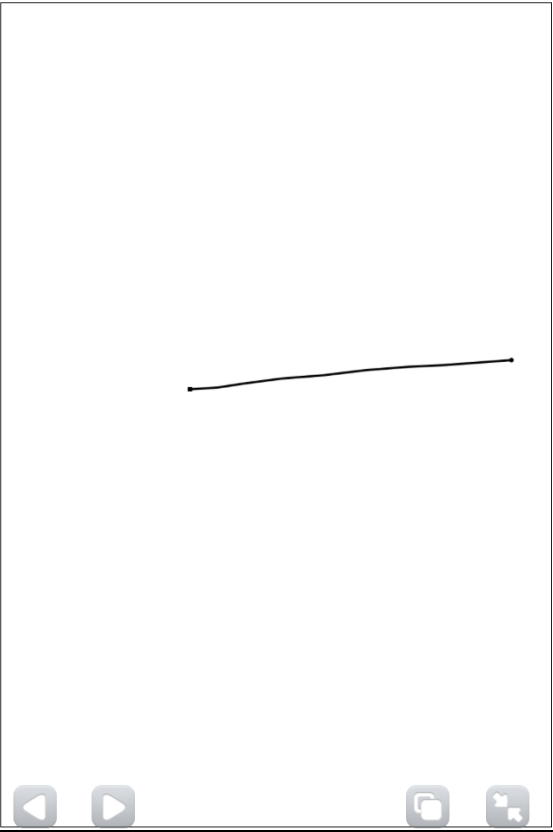
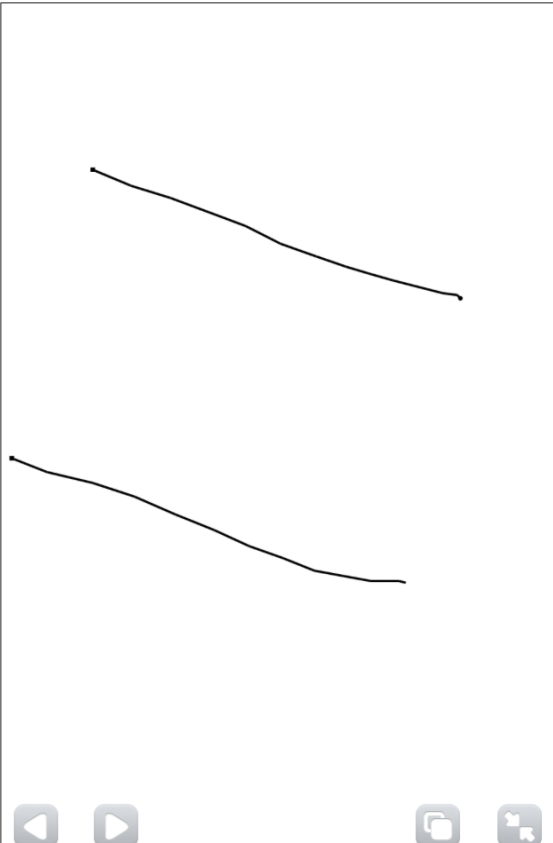
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un flick hacia la derecha porque imagina que el menú está en la izquierda y lo hace aparece.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Como segunda opción no realiza gesto y dice que usaría Siri.	

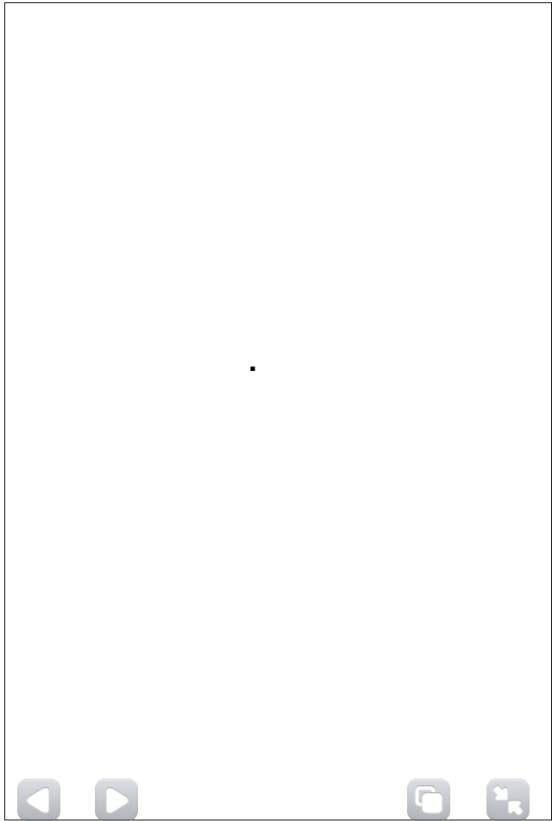
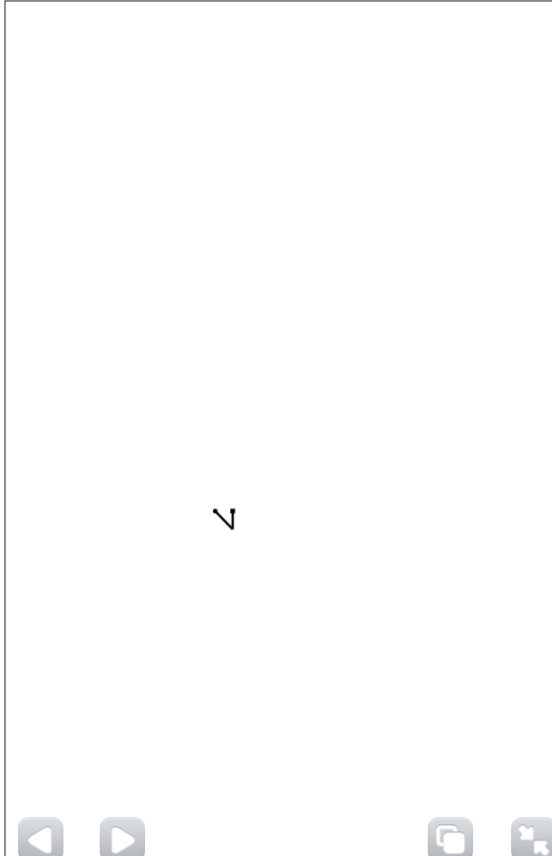
Operación: Ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realizaría un toque sobre la pantalla, a esta altura el usuario parece algo bloqueado.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo propone Siri como segunda opción y ordenes por voz.	

Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos golpes con un dedo, lo justifica pobremente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la izquierda, justifica que la parte izquierda lo asocia con atrás y deshacer.	

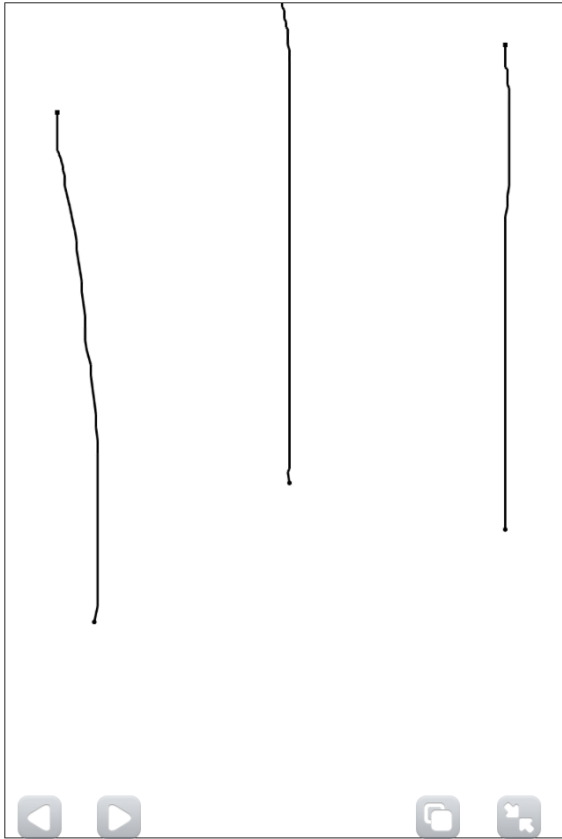

Operación: Cambiar de aplicación	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un flick de izquierda a derecha, justifica que con cada flick avanzaría a la siguiente aplicación abierta.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Imagina una zona de referencia y realiza tap donde asocia que estaría la aplicación a la que quiere, de nuevo lo justifica de forma pobre.	

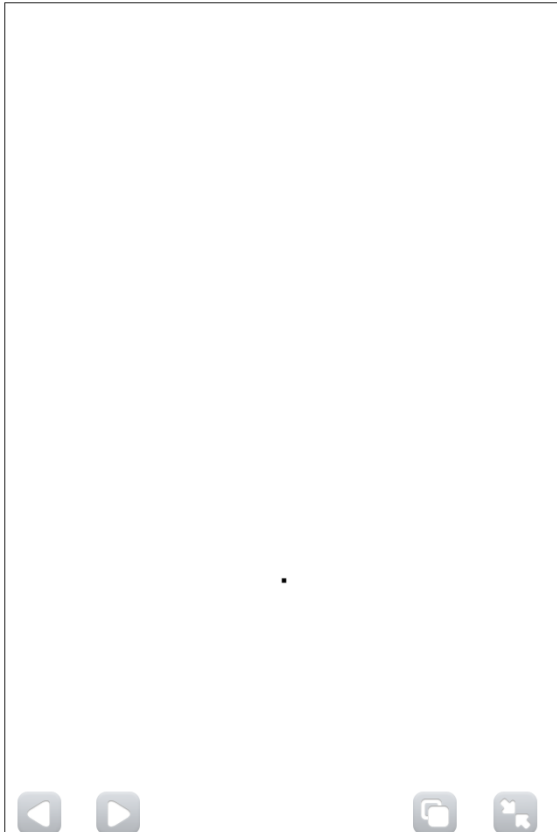
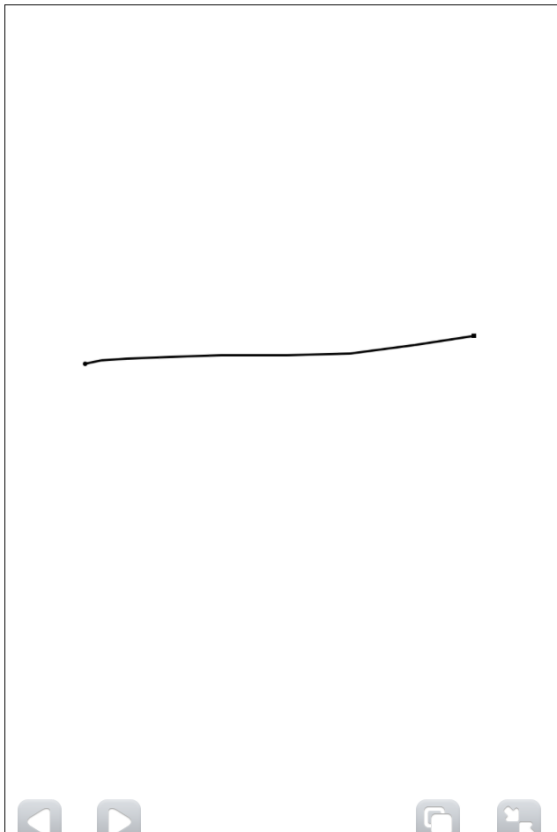
Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la derecha porque asocia esta parte con avanzar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un tap, el usuario da por hecho que el móvil debe de entender el gesto en función del contexto y así lo expresa, pero no justifica el gesto.	

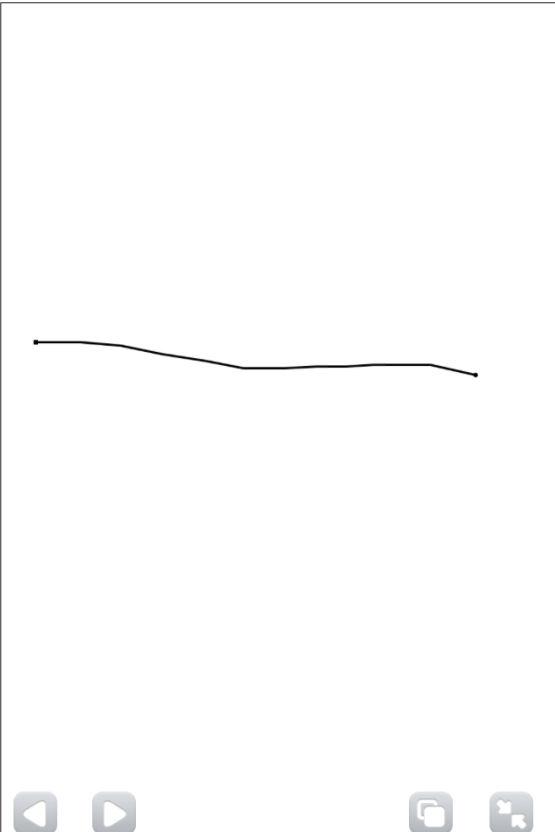
Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la izquierda que lo asocia con volver hacia atrás.	 El diagrama muestra una línea horizontal que comienza en el centro y se extiende hacia la izquierda, terminando en un punto. En la parte inferior del diagrama, hay cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una flecha hacia la izquierda.
Comentarios	Imagen gesto 2
Pasa dos dedos de derecha a izquierda, es la misma acción que antes pero enfatizada por el uso de dos dedos.	 El diagrama muestra dos líneas horizontales que comienzan en el centro y se extienden hacia la izquierda, terminando en puntos. En la parte inferior del diagrama, hay cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una flecha hacia la izquierda.

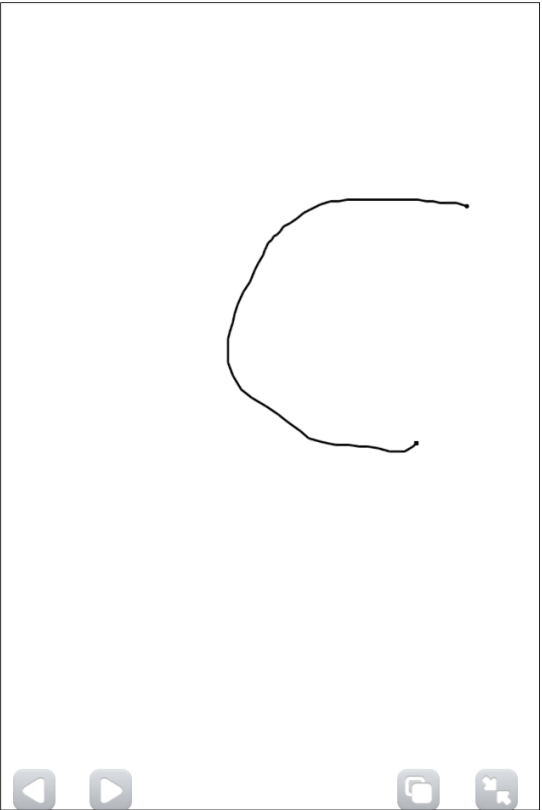
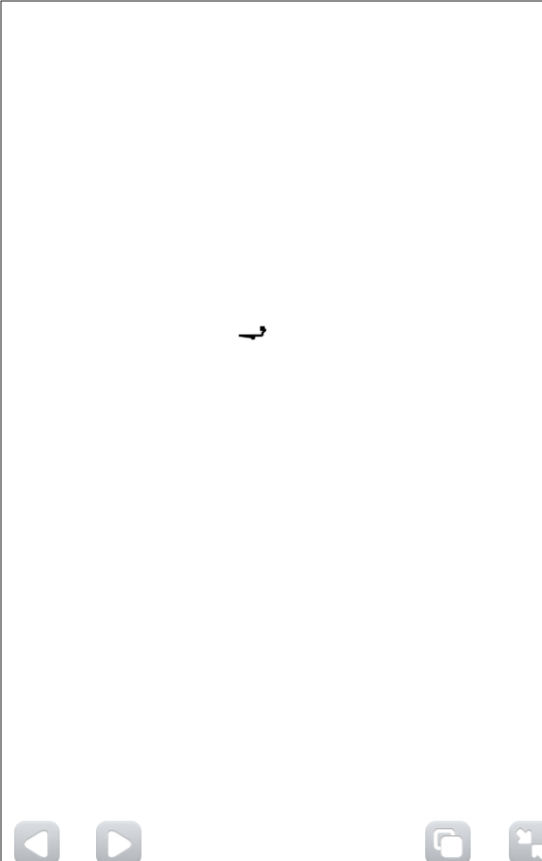
Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un golpe con un dedo, es la acción más sencilla y la realizan casi todos los usuarios, la justifica por su sencillez y facilidad.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la misma acción pero en este caso con dos toques, por el énfasis que le da aumentar el número de toques	

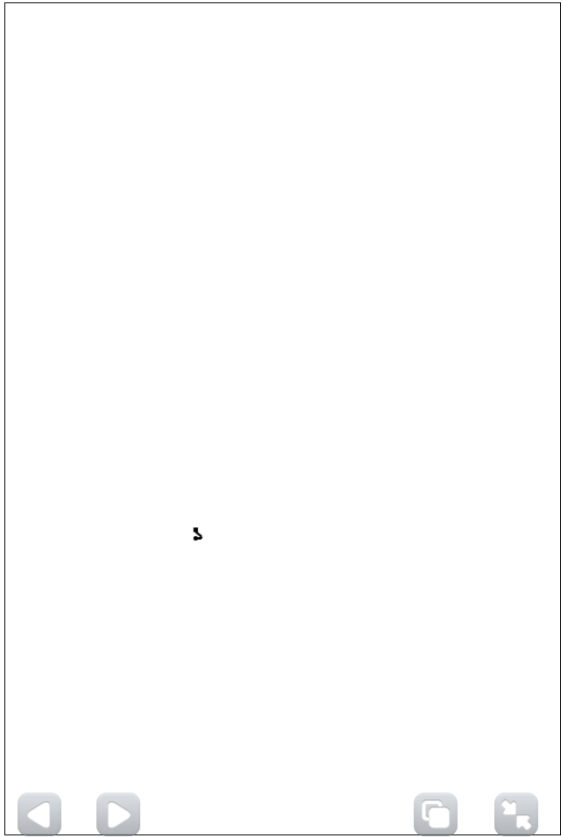
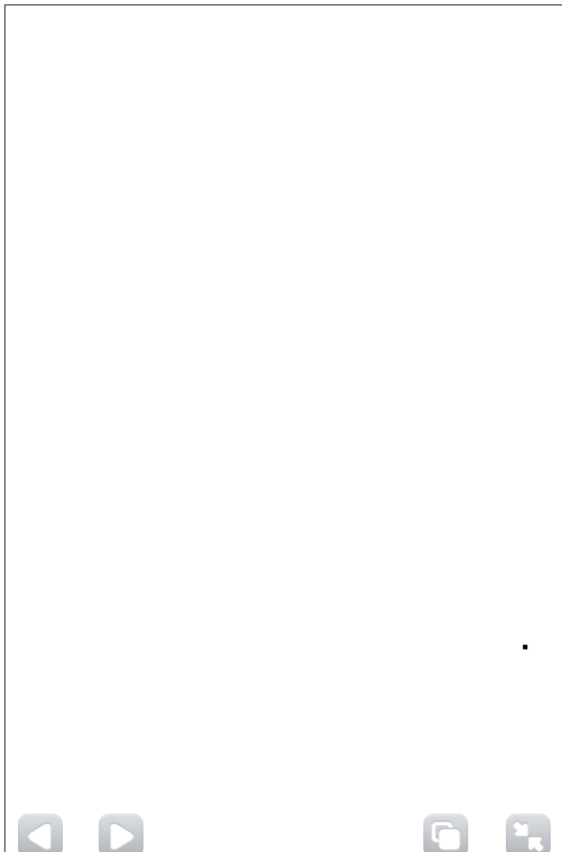
Operación: Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
No realiza ninguna acción para rechazar. El usuario a esta altura del estudio parece que se bloquea con algunas acciones aunque empieza a justificar algunas acciones.	
Comentarios	Imagen gesto 2

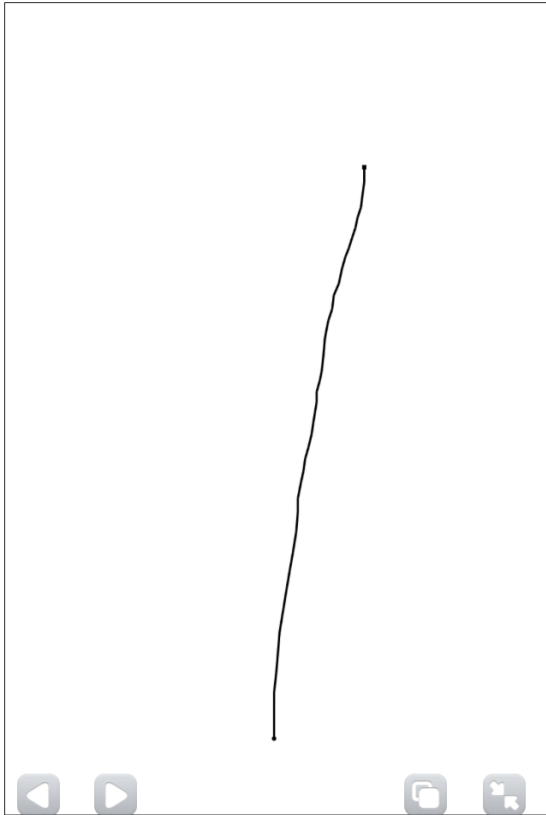
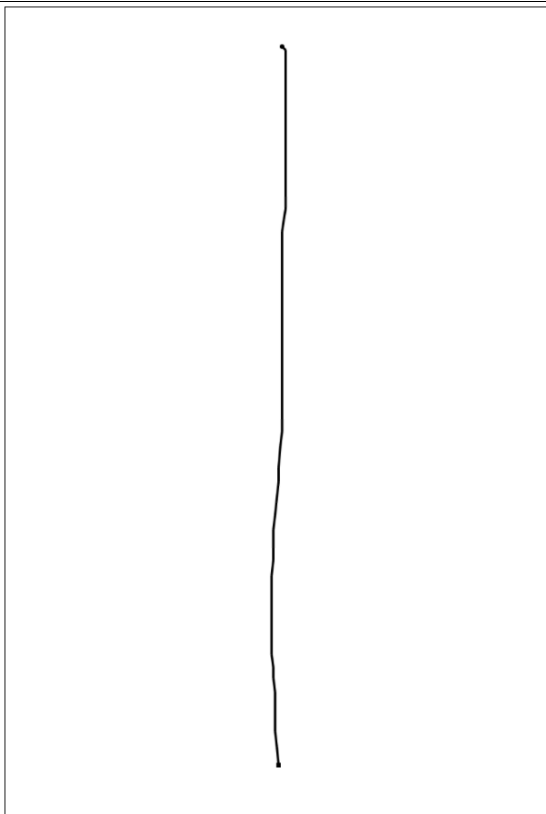
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
Desplaza tres dedos hacia arriba, piensa que si tiene que mover algo que es “pesado” debe usar más dedos para indicar que quiere moverlo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
La segunda opción consiste en una serie de golpes, una vez seleccionado se golpea tantas veces como la posición en la lista imaginaria en la que lo quiere colocar.	

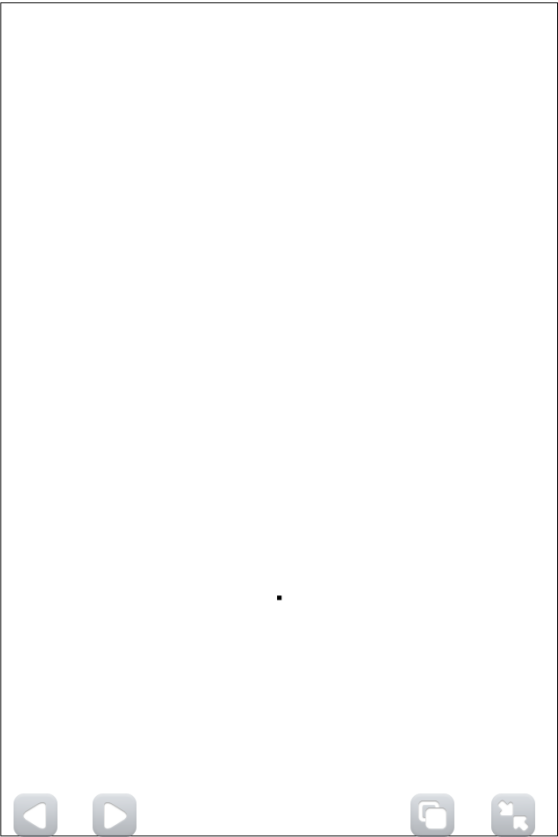
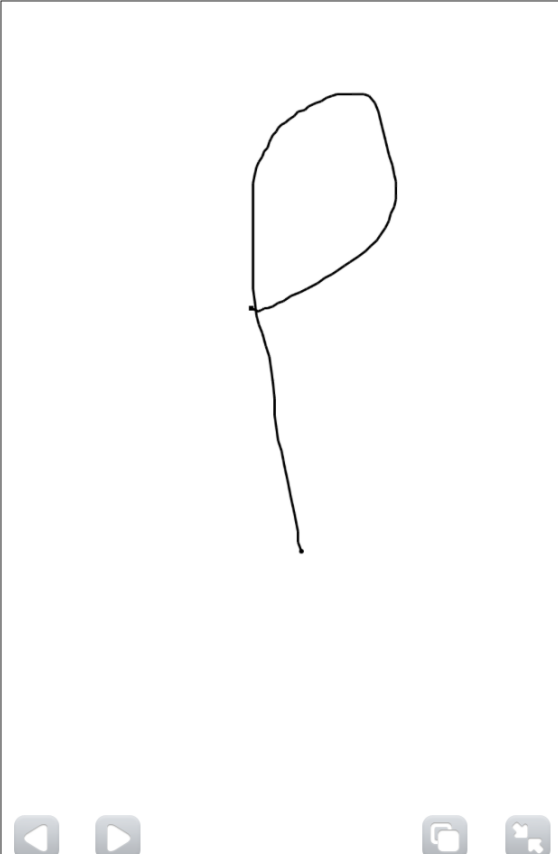
Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos golpes con un dedo, como el doble click de un ordenador.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la derecha indicando que quiere avanzar y abrir la aplicación o documento que tiene seleccionado.	

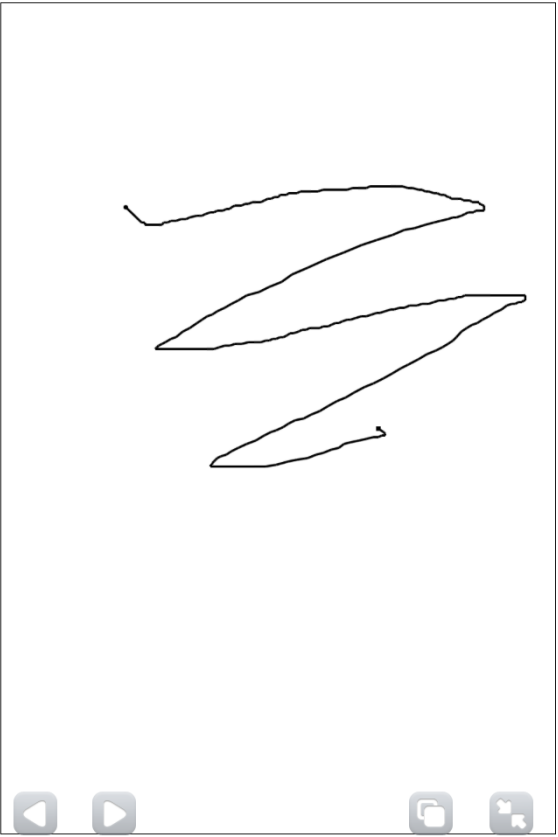
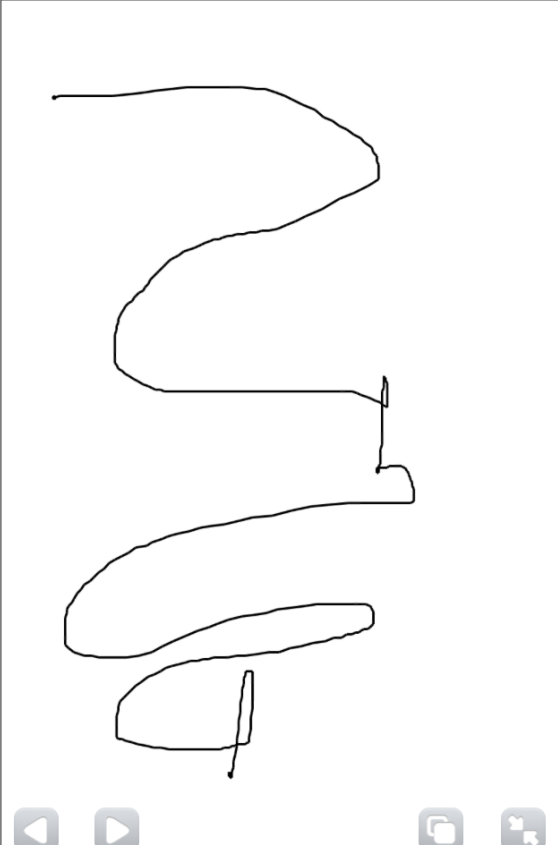
Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Al contrario que abrir, realiza un flick hacia la izquierda.	
Comentarios	Imagen gesto 2
No consigue pensar una segunda opción.	

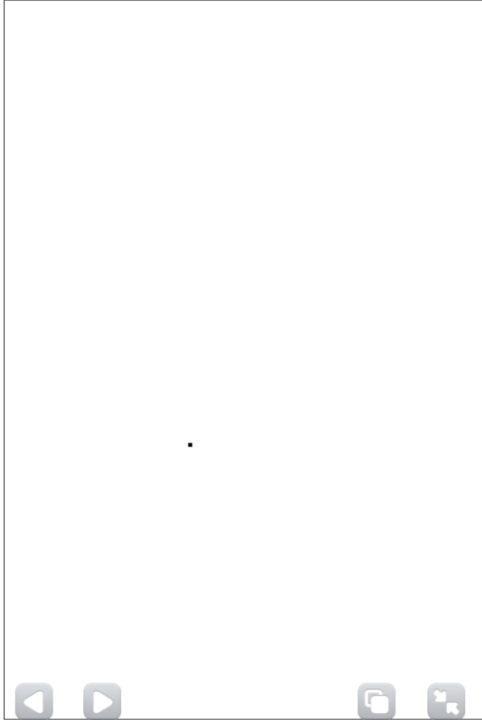
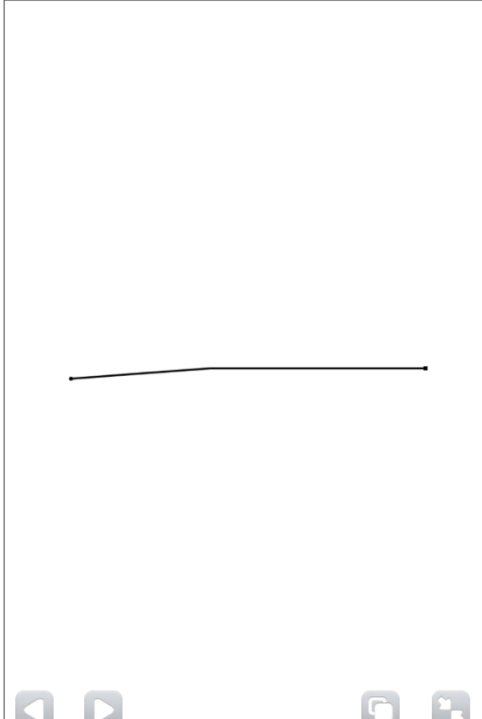
Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la C de copiar	
Comentarios	Imagen gesto 2
Toca con un dedo y mantiene para expresar que quiere copiar lo que tiene seleccionado.	

Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos golpes y mantiene el segundo para indicar que quiere seleccionar y eliminar, lo justifica pobremente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un toque en la parte inferior derecha porque la asocia con la posición del botón de borrar del teclado virtual.	

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Desliza el dedo de abajo a arriba y lo justifica como una cuchilla cortando.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza el mismo gesto de arriba abajo con la misma justificación ante la falta de ideas.	

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos golpes y lo justifica como si indicara que quiere que ahí se quede lo que tiene copiado o cortado.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la p de pegar.	

Operación: Seleccionar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Mantiene el dedo donde quiere comenzar la selección, le desplaza y suelta donde quiere terminar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un zigzag buscando la zona a seleccionar y selecciona cuando la localiza.	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
No realiza ningún gesto de nuevo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Un toque sobre la pantalla, por su sencillez y facilidad.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Flick hacia la derecha indicando que quiere avanzar y descolgar	

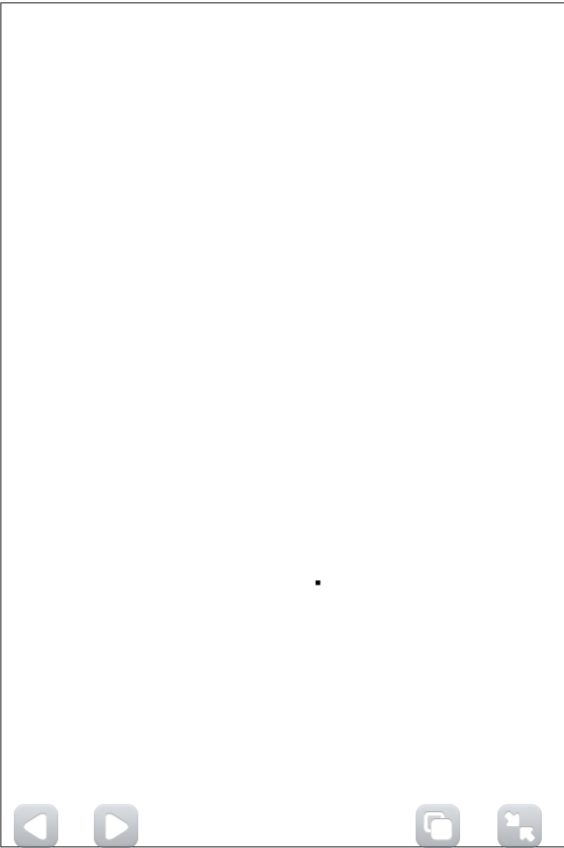
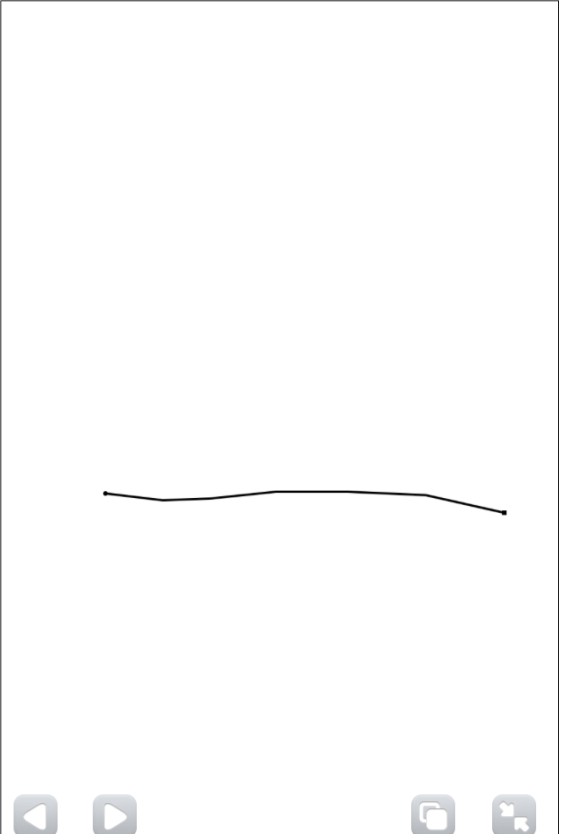
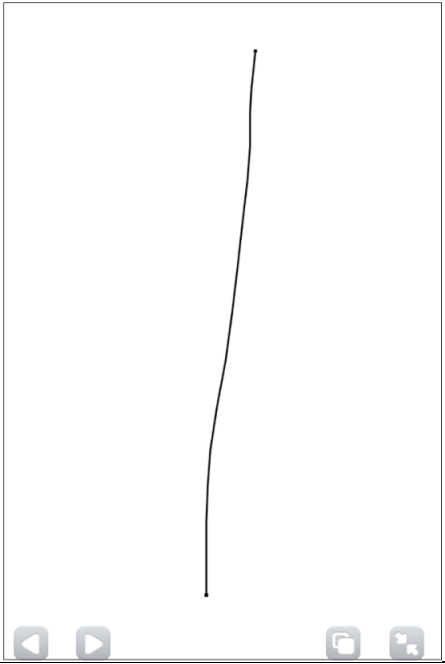
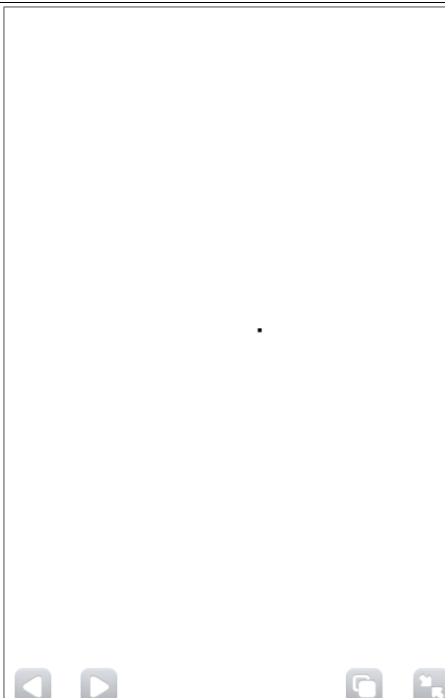
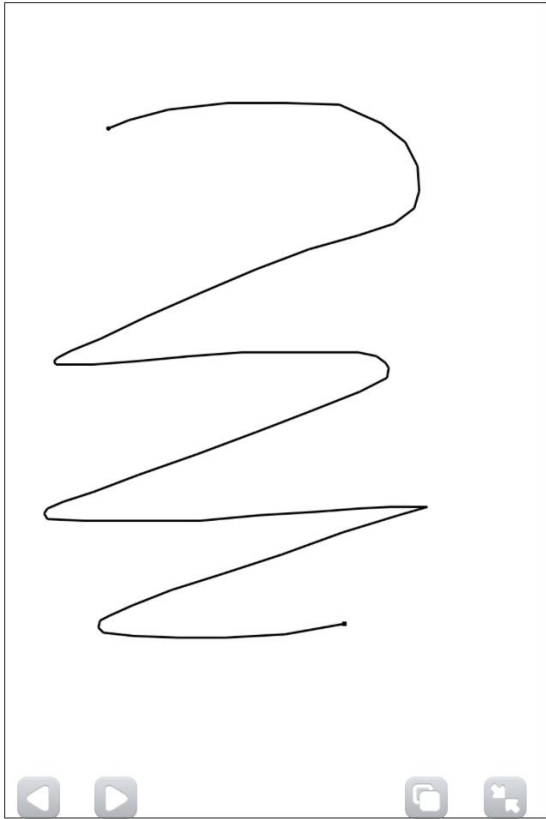
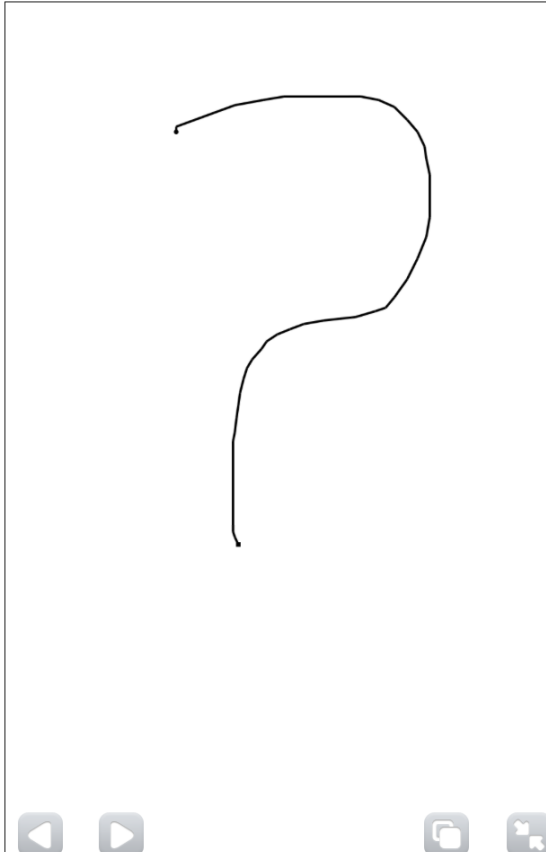
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza las mismas acciones para colgar, un toque en el primer caso.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Y flick hacia la derecha para colgar.	

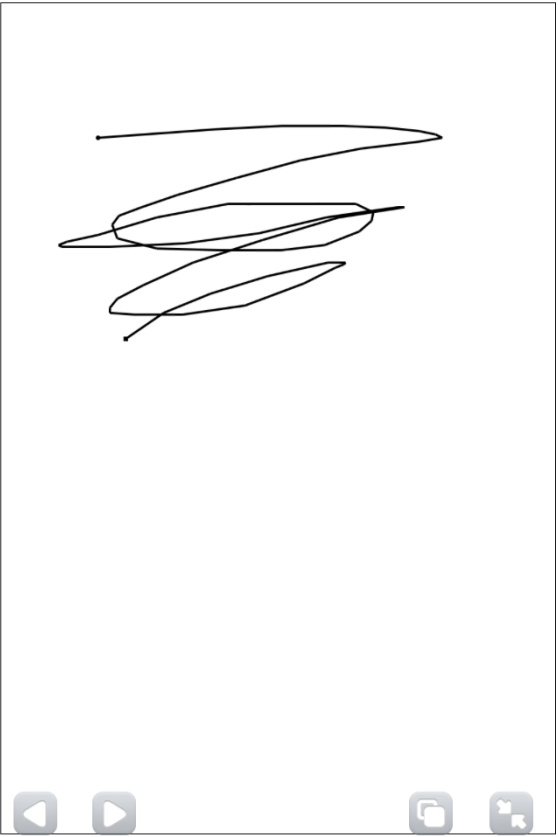
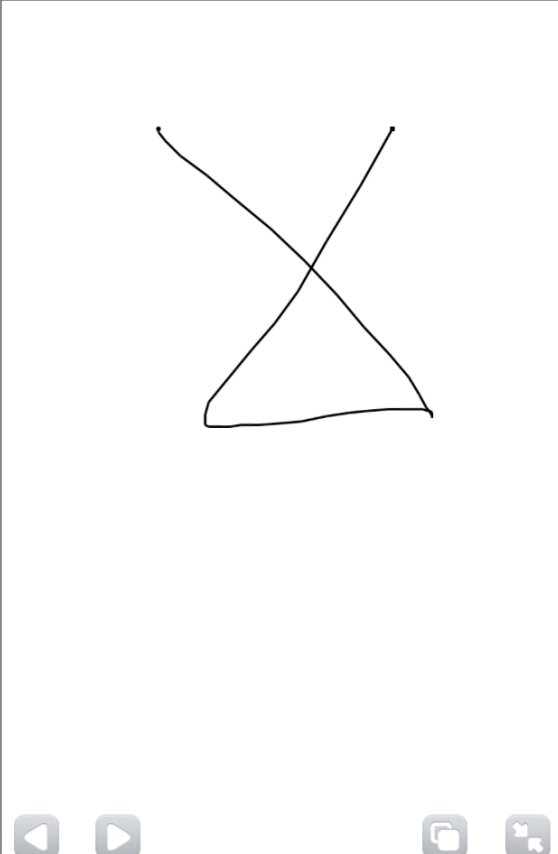
Tabla 6 – Tabla recopilación datos gestos usuario 3

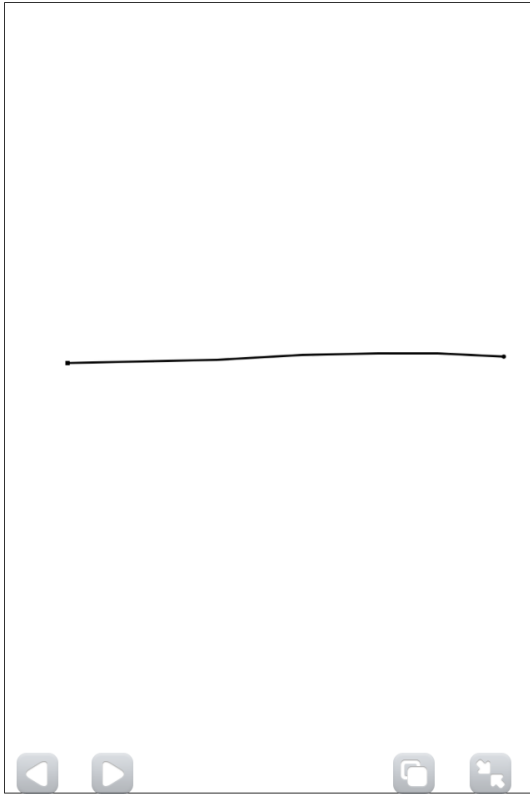
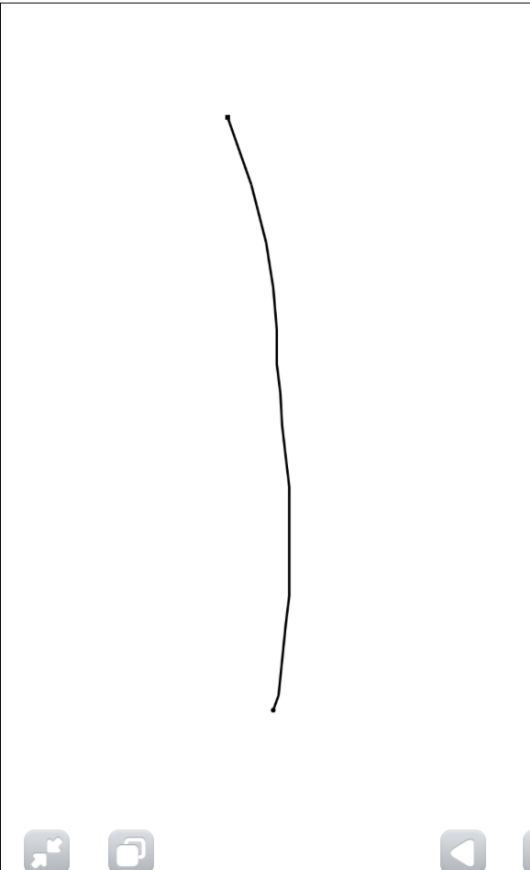
Usuario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
4	54	Femenino	Sí (iPhone)	Sí	Ordenador personal	Adquirida, hace 16 años	Sí

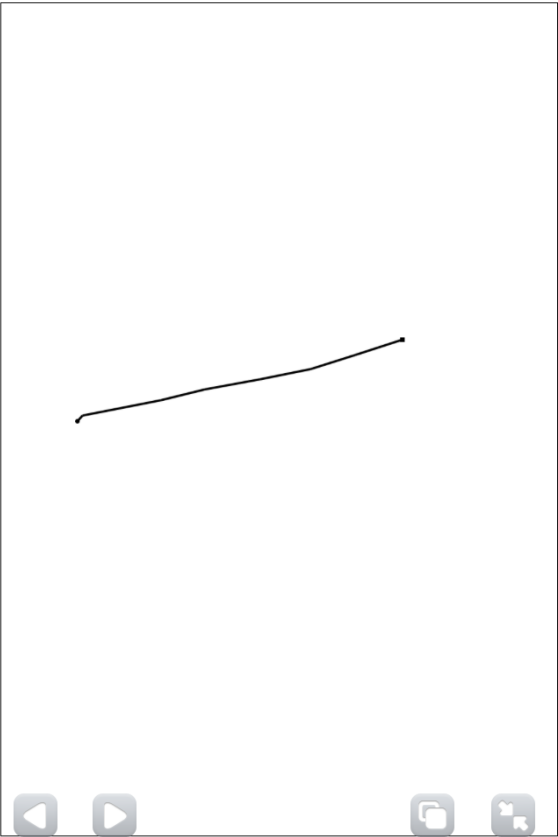
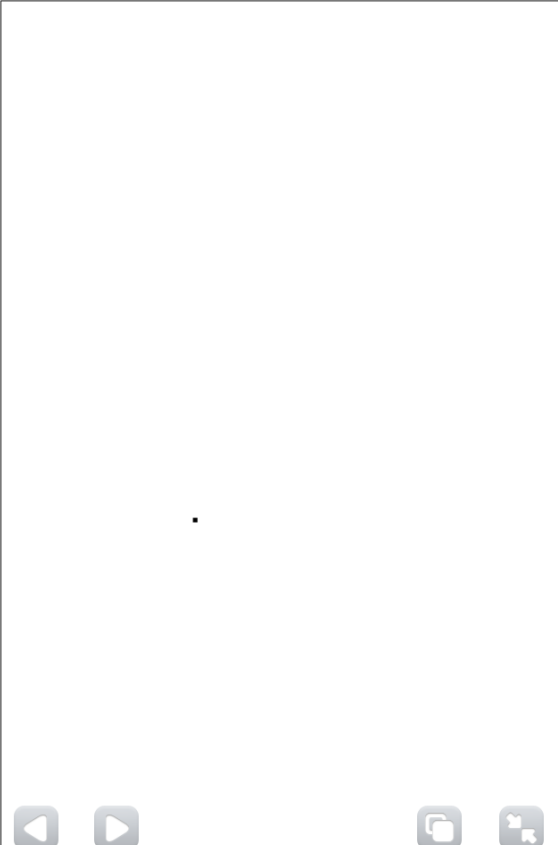
Tabla 7 – Datos de usuario 4

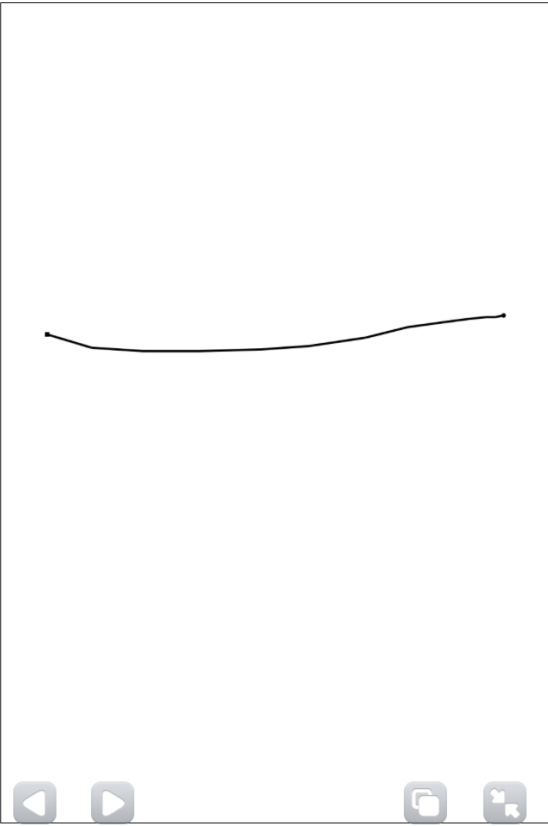
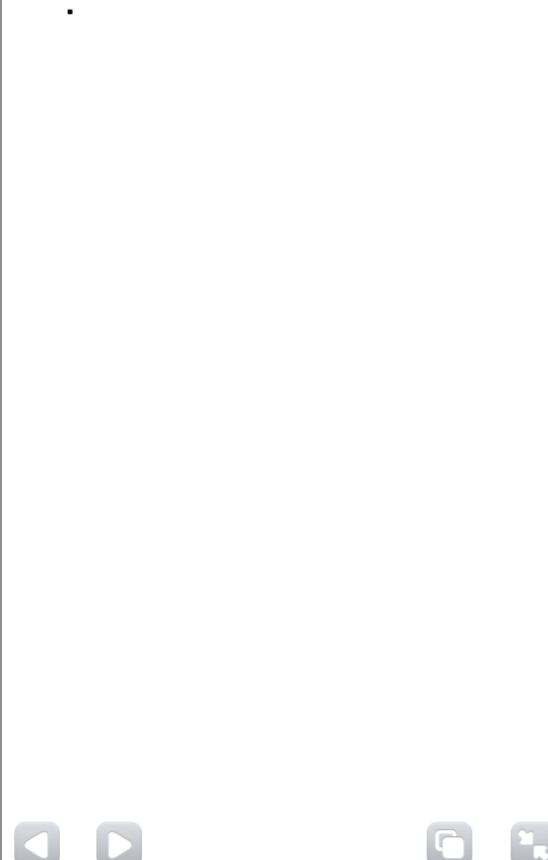
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Desliza el dedo de arriba abajo porque sitúa el menú en la parte superior	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos dedos con un toque, lo asocia con doble click y lo realizaría para que apareciera el menú.	

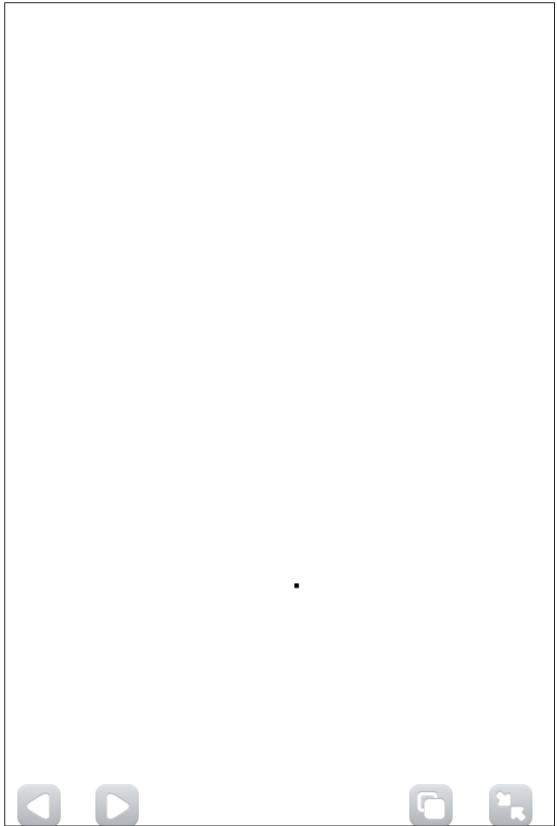
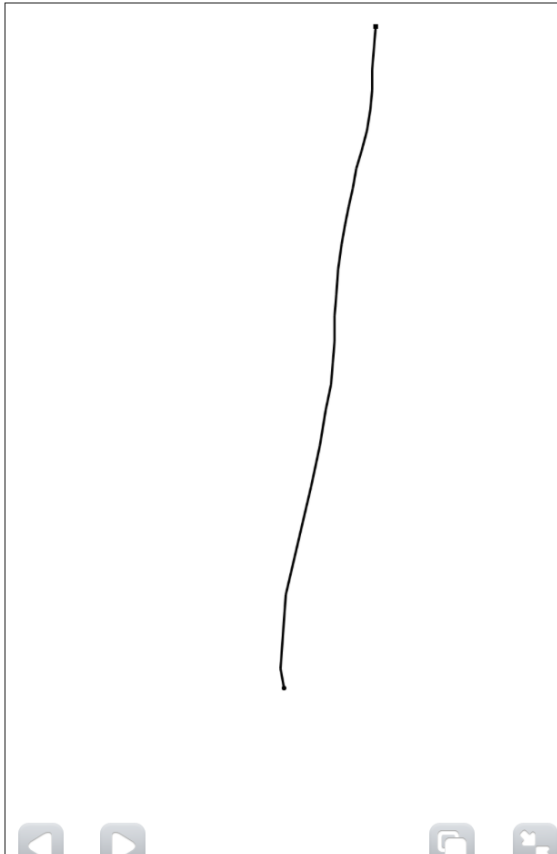
Operación: Ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 1
Desliza un dedo con un movimiento de izquierda a derecha como un zigzag, su intención es similar a despertar el móvil y le diga el estado en que se encuentra.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza el gesto de interrogación porque lo asocia con una pregunta y la solicitud de ayuda	

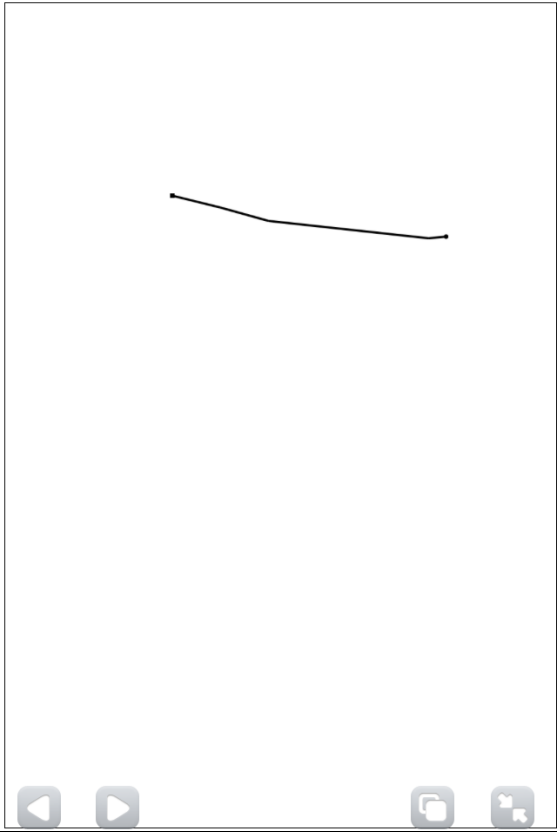
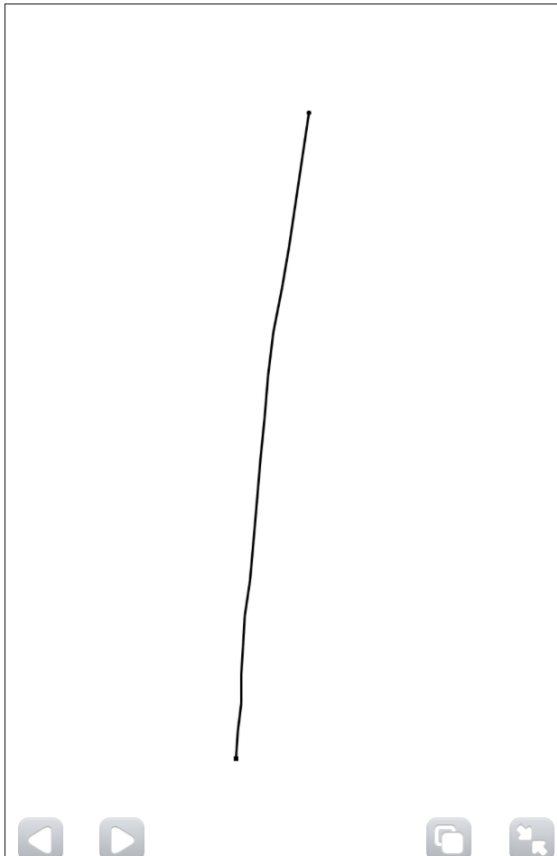
Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Pasa el dedo de izquierda a derecha varias veces como si fuera una goma de borrar para deshacer lo que ha hecho	 A hand-drawn scribble consisting of several overlapping, horizontal, wavy lines, resembling a smudge or a series of quick, horizontal strokes. It is drawn on a white background within a rectangular frame. At the bottom of the frame, there are four small, light gray icons: a left arrow, a right arrow, a square, and a square with a right arrow.
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza una X expresando su intención de deshacer.	 A hand-drawn 'X' shape, formed by two intersecting diagonal lines. It is drawn on a white background within a rectangular frame. At the bottom of the frame, there are four small, light gray icons: a left arrow, a right arrow, a square, and a square with a right arrow.

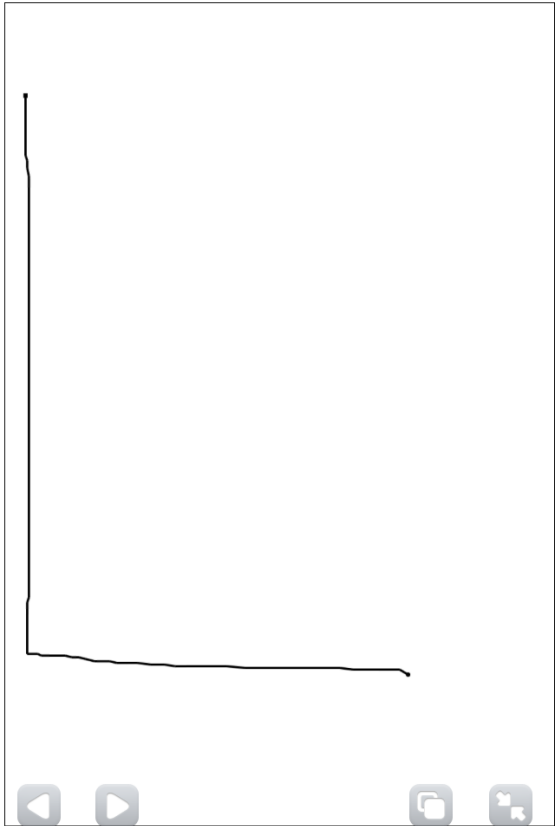

Operación: Cambiar de aplicación	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un flick hacia la izquierda, lo justifica como el paso de una página de un libro para pasar a la siguiente aplicación.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo la misma idea pero en este caso con un libro en el que las hojas se pasan verticalmente, realiza por ello un flick hacia arriba.	

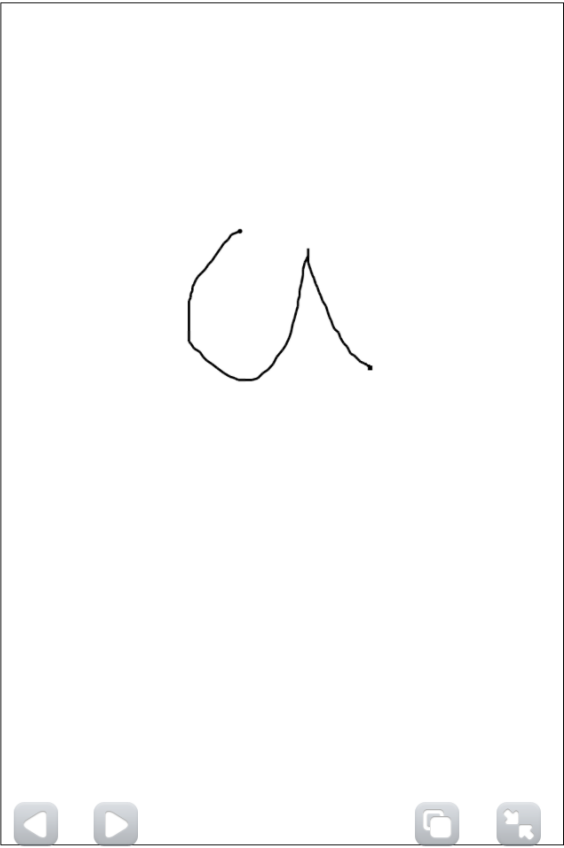
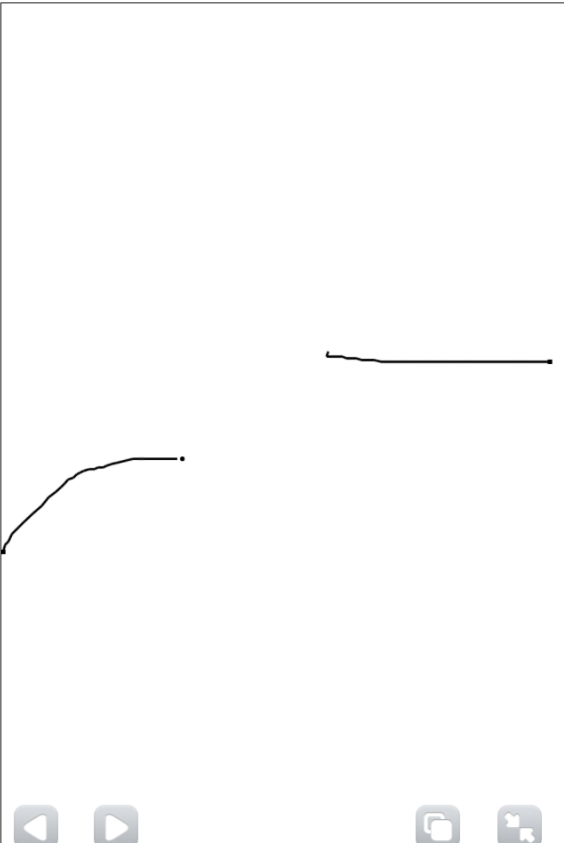
Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la derecha porque lo asocia con avanzar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques con un dedo, dando a expresar que ha terminado con el contenido actual y quiere avanzar,	

Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la izquierda, lo asocia con atrás y retroceder.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un toque en la esquina superior izquierda porque lo asocia como la zona donde se sitúa el botón de atrás.	

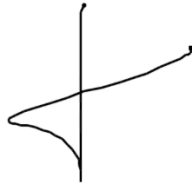

Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con un dedo, al igual que antes, lo asocia como dando por hecho que está conforme con el contenido que está en la pantalla	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia arriba, asocia la parte de la derecha y de arriba como avanzar y algo positivo.	

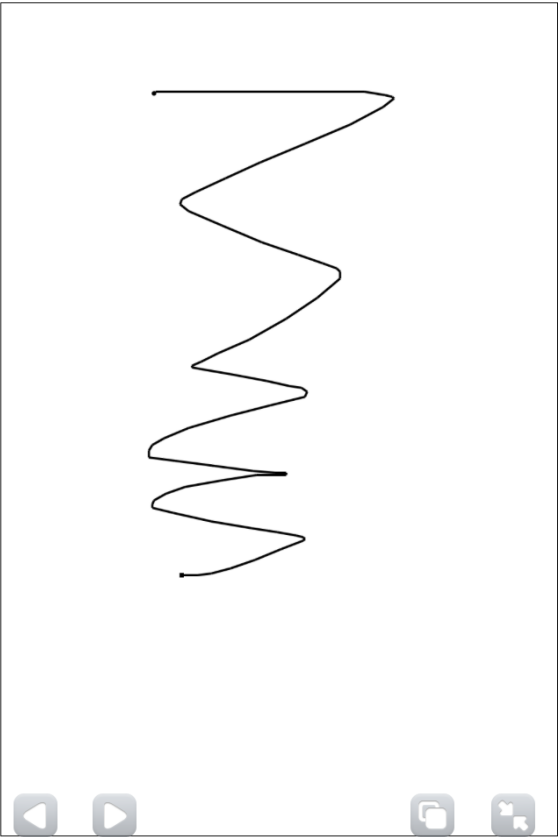
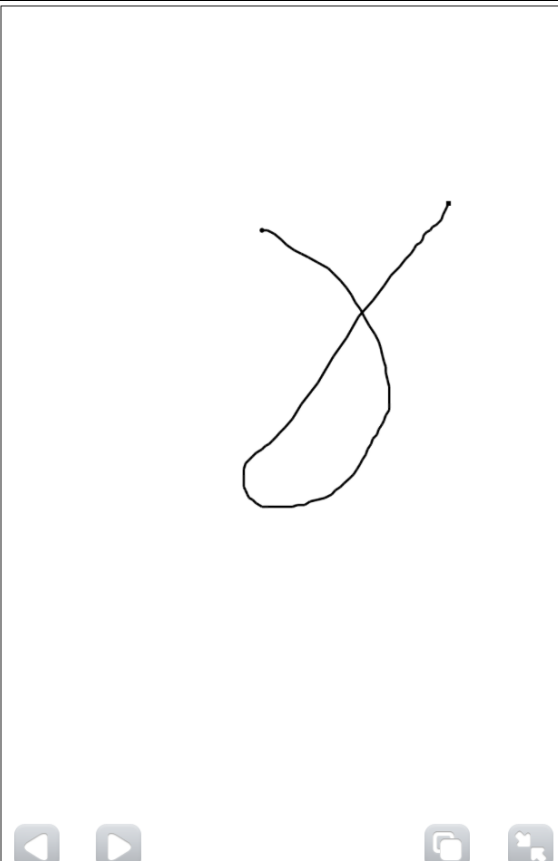
Operación: Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la izquierda, asocia la parte izquierda y de abajo con retroceder y algo negativo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia abajo como la otra opción de rechazar.	

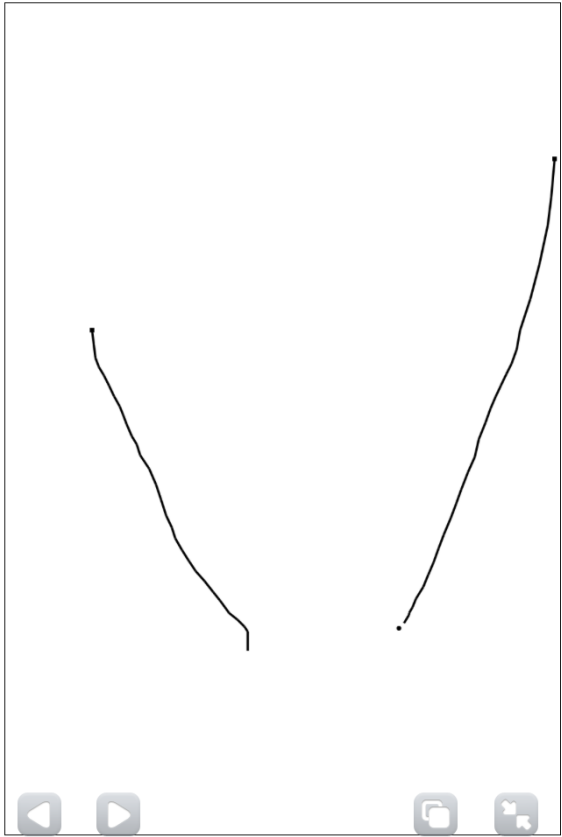
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
Desplaza el dedo hacia el borde y sube hasta la posición en la que quiere dejarlo, es importante que se desplace hasta el borde de la pantalla.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick de abajo a arriba sucesivas veces, en cada movimiento avanza una posición.	

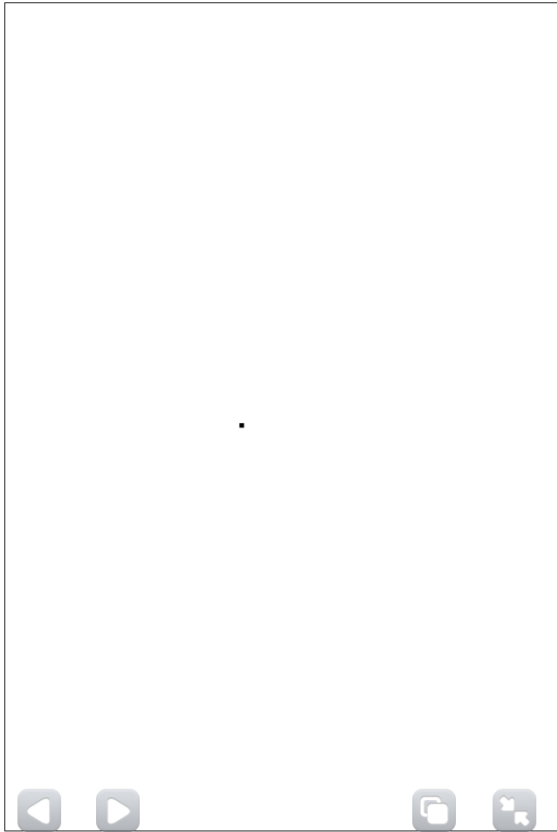
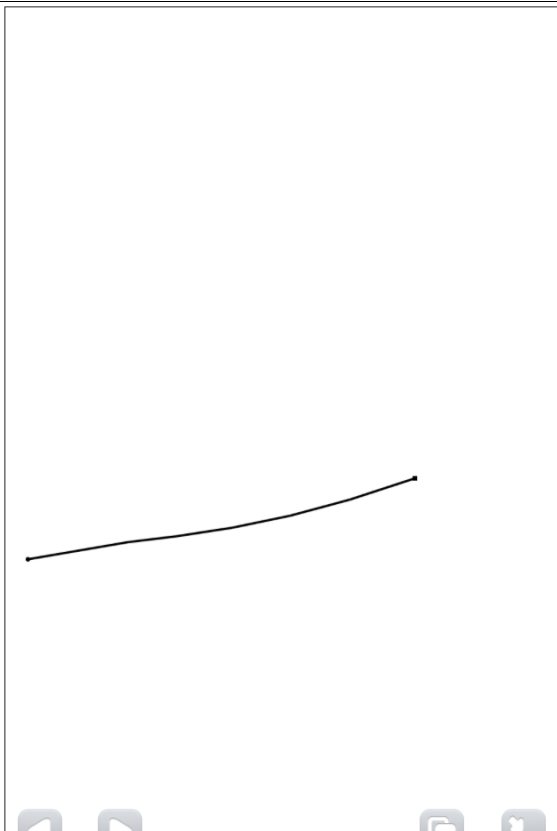
Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una a de abrir.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza zoom in, indicando que quiere ampliar o abrir el elemento seleccionado.	

Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la C de cerrar.	<p>Diagrama de la operación 'Cerrar' (C). Muestra una línea que forma una 'C' abierta a la derecha. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta, y un icono de una red.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza la acción contraria a abrir, zoom out.	<p>Diagrama de la operación 'Cerrar' (C). Muestra una línea que forma una 'C' abierta a la derecha. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta, y un icono de una red.</p>

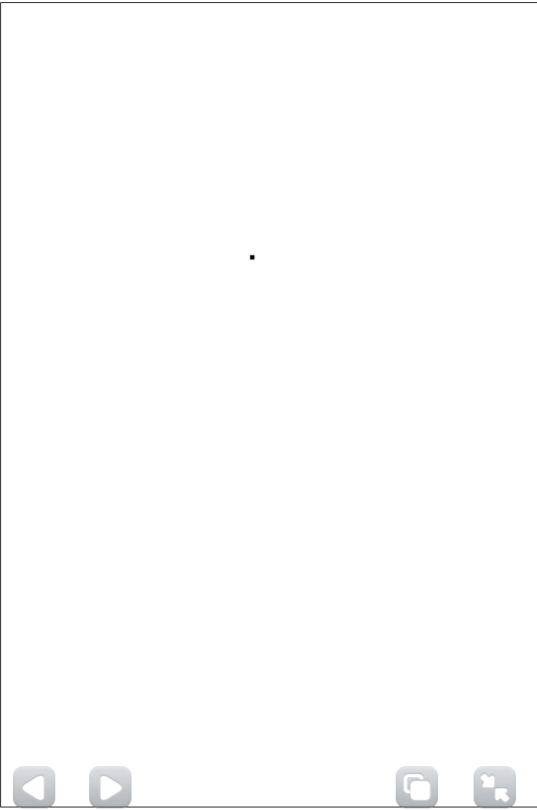
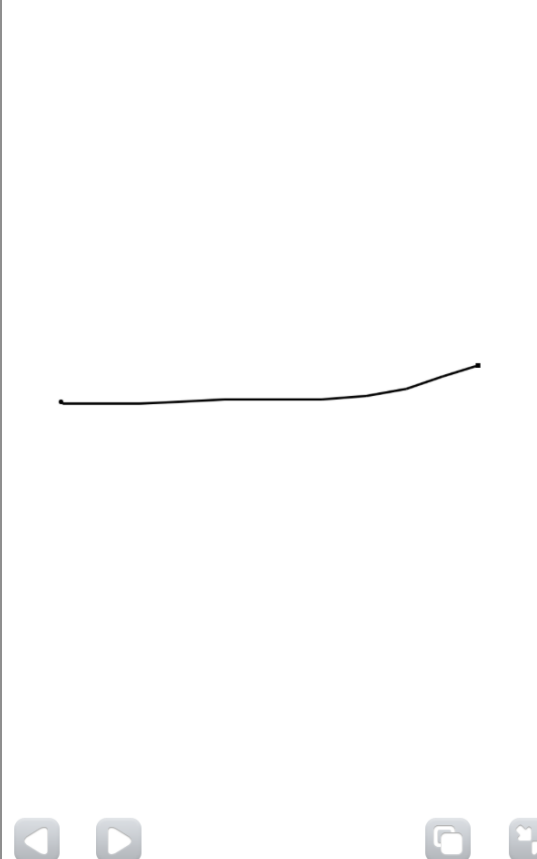
Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza el signo de sumar, más, +, expresando que quiere copiarlo de esa manera.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Uno dos dedos, como si quisiera coger la selección con los dos dedos y llevárselo a otra parte.	

Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un zigzag como si fuera una goma de borrar eliminando lo que quiere quitar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza una X por el sentido negativo que le otorga.	

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Desplaza dos dedos de abajo a arriba y abriéndose, como si fuera una tijera cortando.	 El diagrama muestra un gesto de corte en forma de una 'V' invertida. Dos líneas negras se extienden desde la parte inferior hacia la parte superior, abriéndose en la punta superior. El fondo es blanco. En la parte inferior del diagrama, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una caja con una flecha hacia arriba, y un icono de una caja con una flecha hacia abajo.
Comentarios	Imagen gesto 2
No es capaz de realizar una segunda opción para el gesto.	

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con un dedo, expresando que lo que tiene seleccionado quiere dejarlo ahí.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la derecha expresando que quiere dejar la selección ahí.	

Operación: Seleccionar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Según lee Siri, cuando quiere comenzar a seleccionar da dos toques con un dedo para comenzar y lo mismo para terminar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
La misma situación, pero en lugar de doble tap realiza un doble subrayado para empezar y terminar.	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con un dedo, expresando que ha terminado con el campo actual y quiere avanzar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la derecha expresando su intención de avanzar al siguiente campo.	

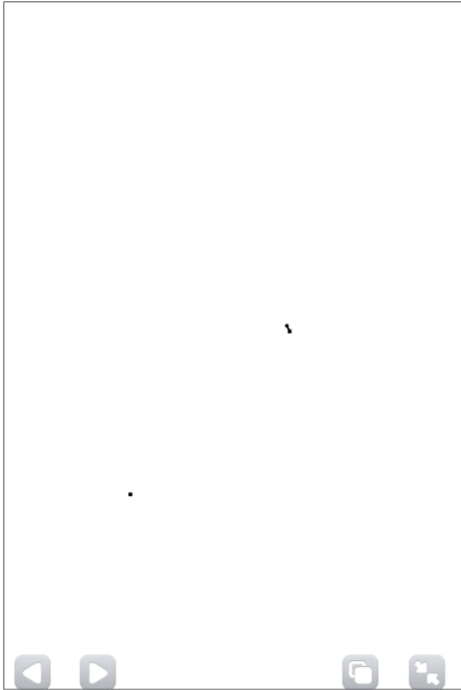
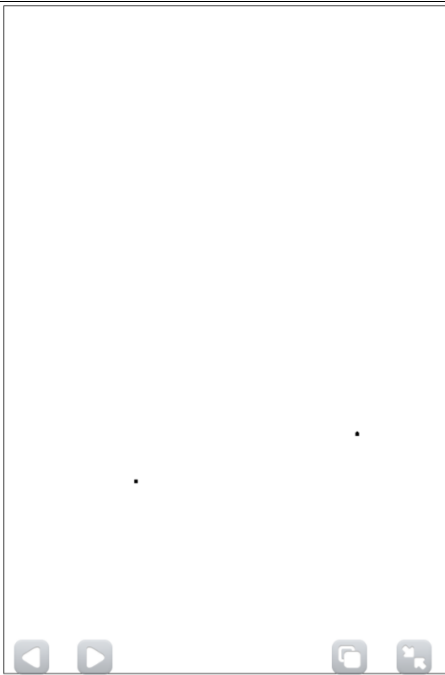
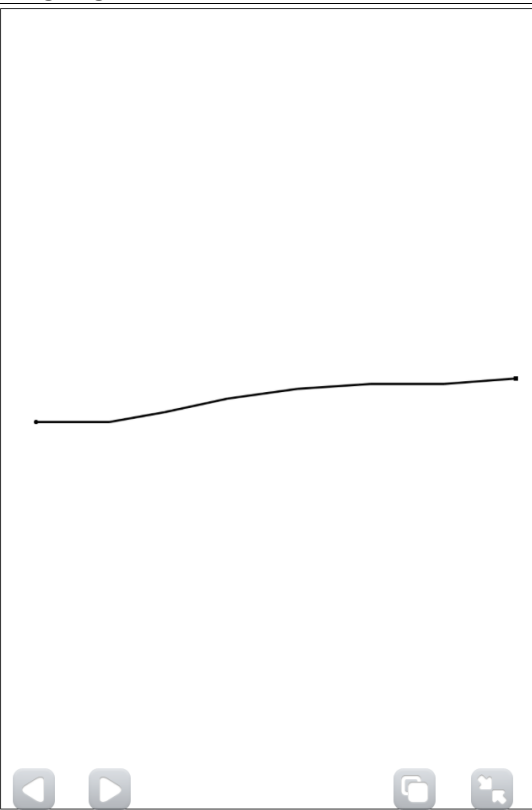
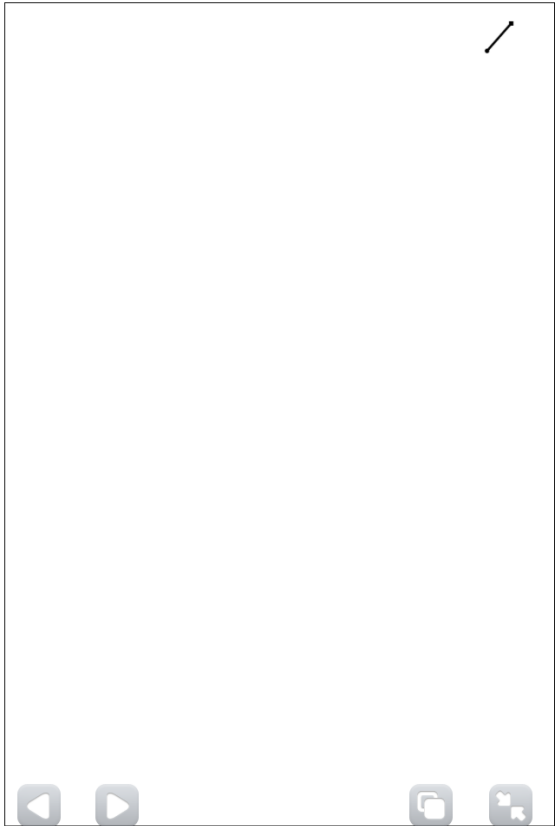
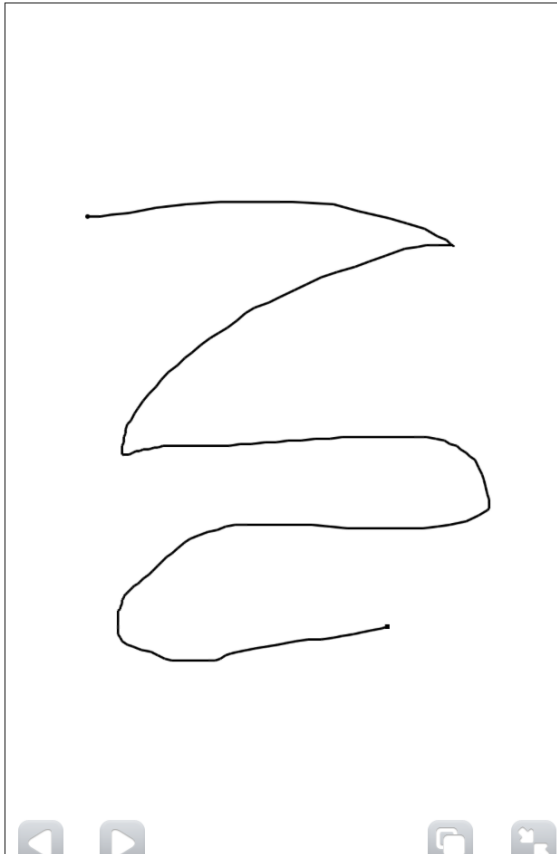
Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con dos dedos porque es la acción que realiza actualmente	
Comentarios	Imagen gesto 2
No quiere pensar una segunda opción porque no la ve necesaria.	
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
La misma acción que descolgar, dos toques con dos dedos.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo no realiza acción.	

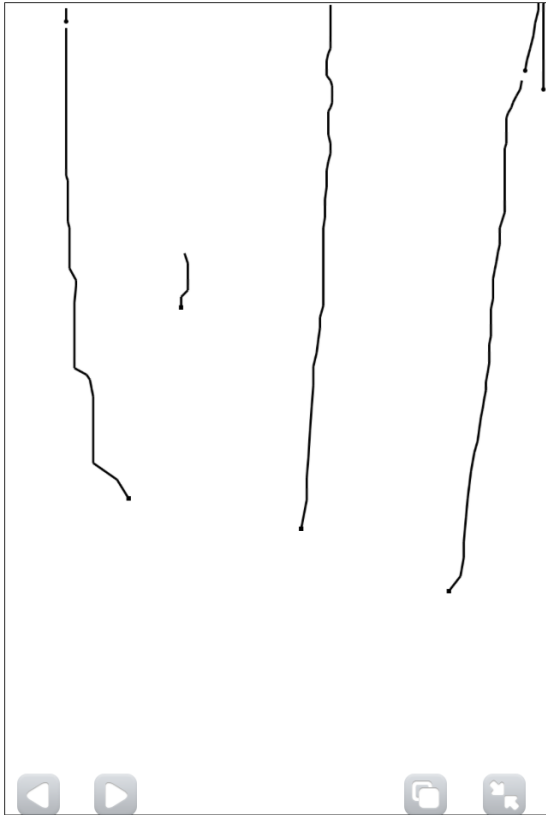
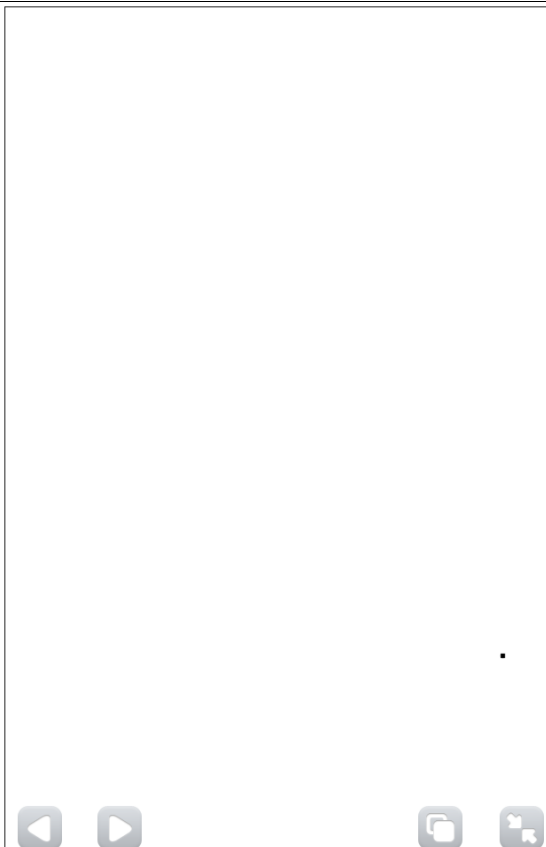
Tabla 8 – Tabla recopilación datos gestos usuario 4

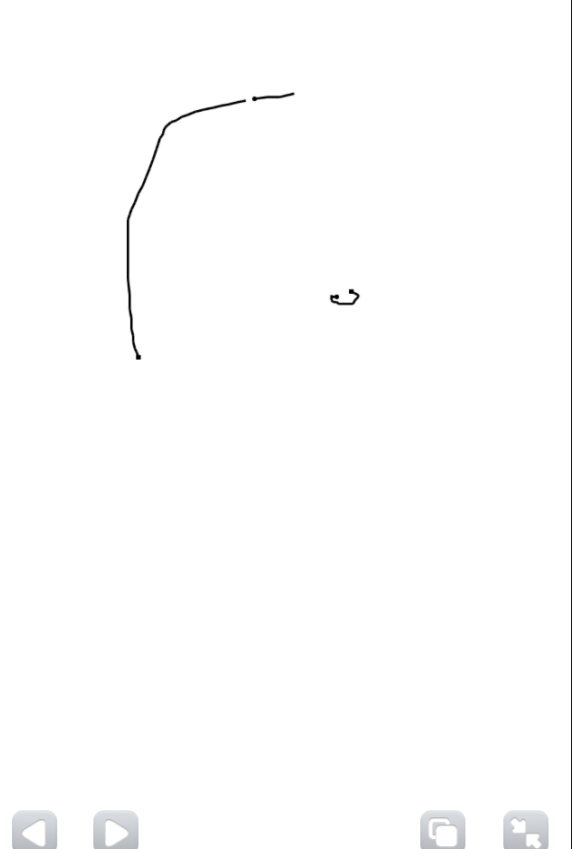
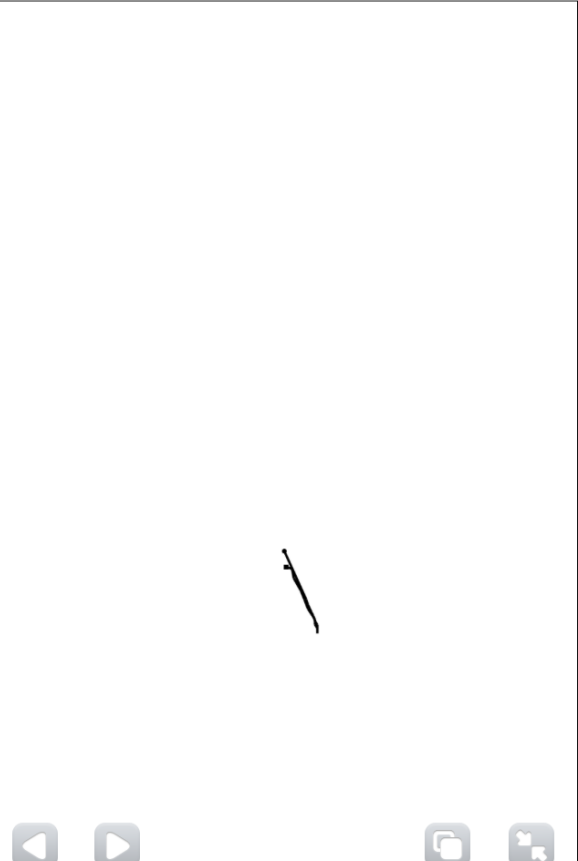
Usuario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
5	60	Femenino	Sí (iPhone)	Sí	Móvil con teclado, ordenador personal	Nacimiento	Sí

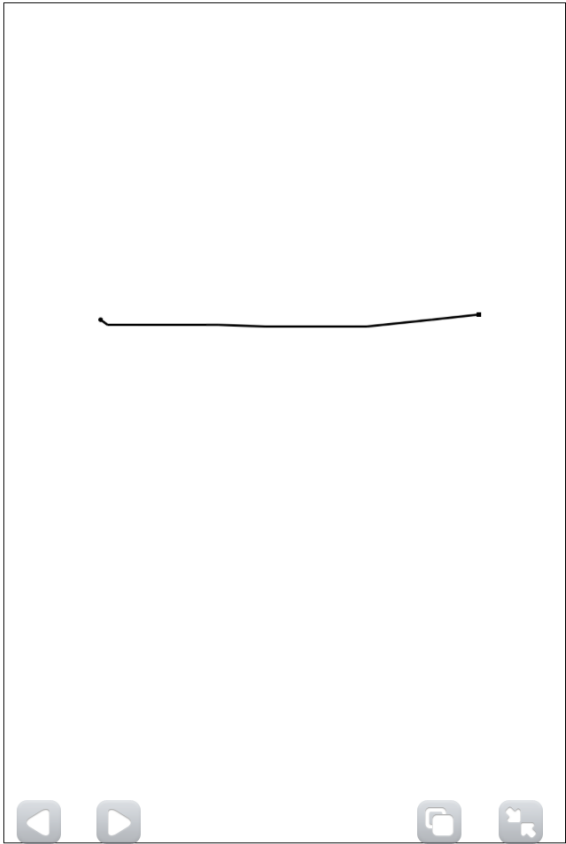
Tabla 9 – Datos de usuario 9

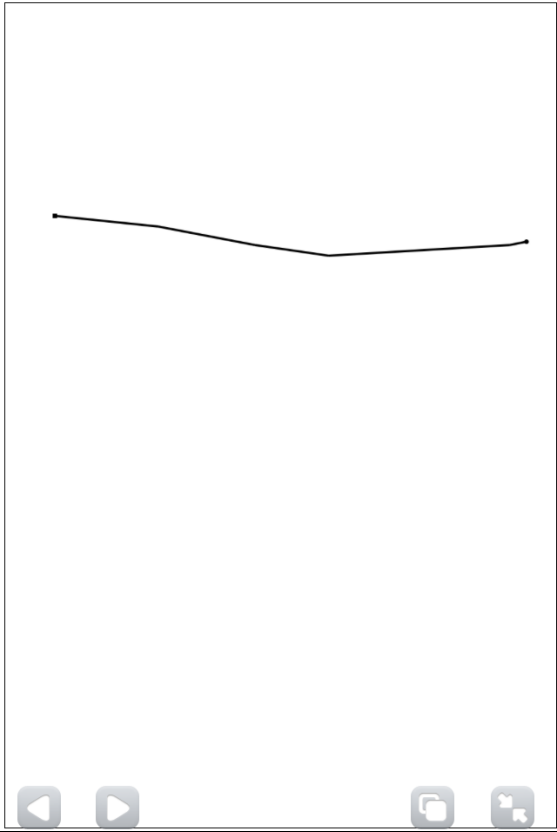
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Sitúa el menú en la parte izquierda del dispositivo y realiza flick hacia la derecha para desplegarle.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Todavía está asimilando todo y no se le ocurre una segunda opción.	

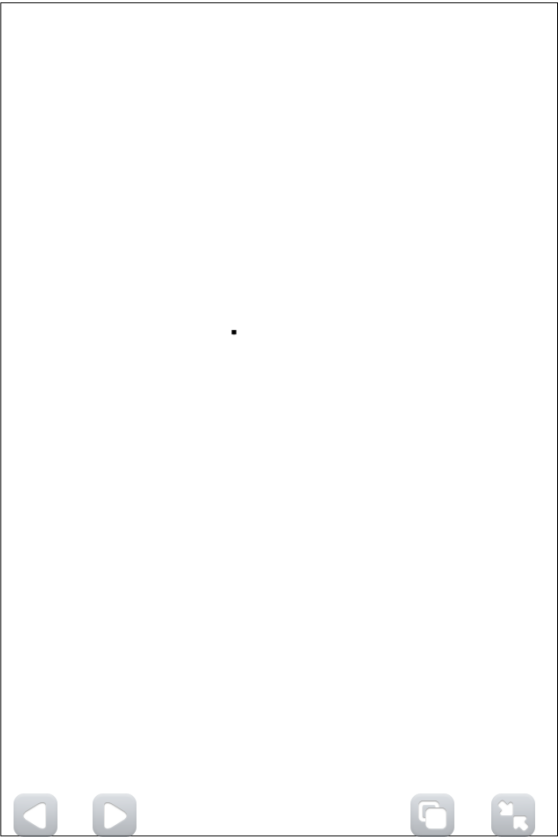
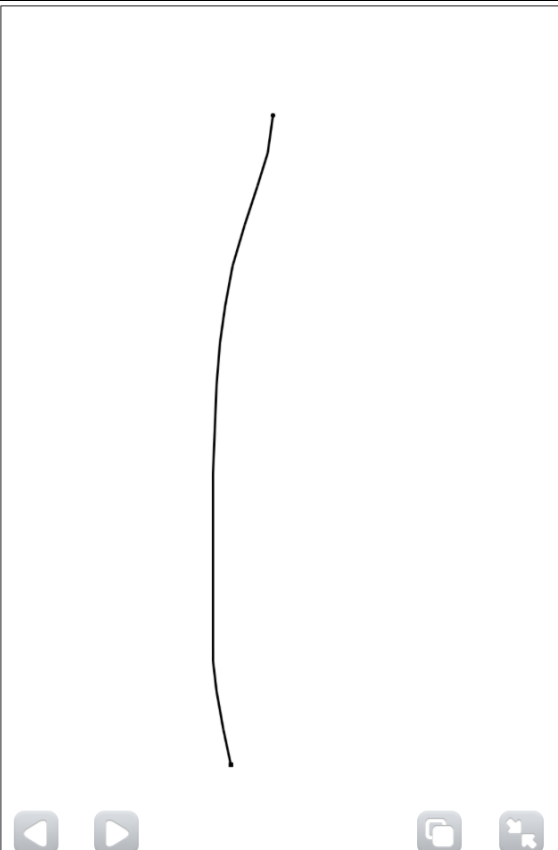
Operación: Ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque en la esquina superior derecha porque sitúa hay la ayuda.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Como segunda opción va deslizando el dedo por la pantalla esperando escuchar y orientarse en el dispositivo.	

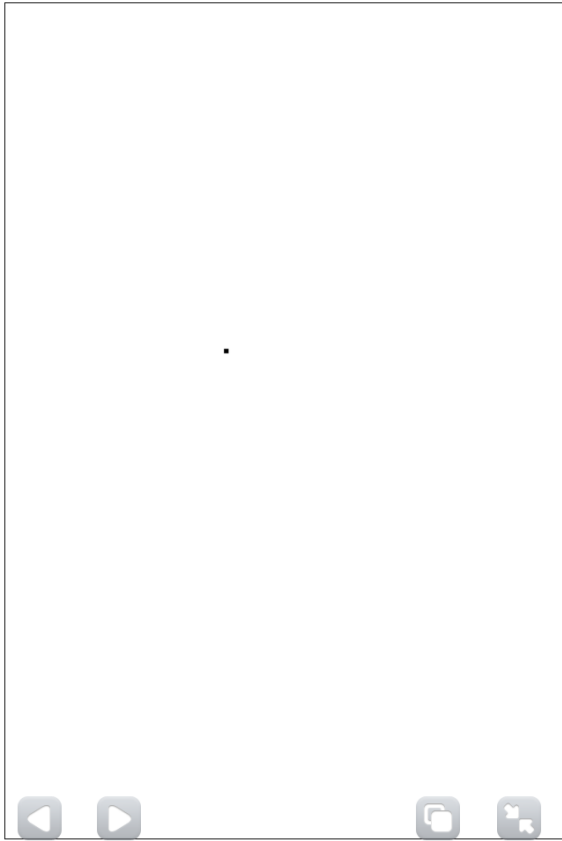
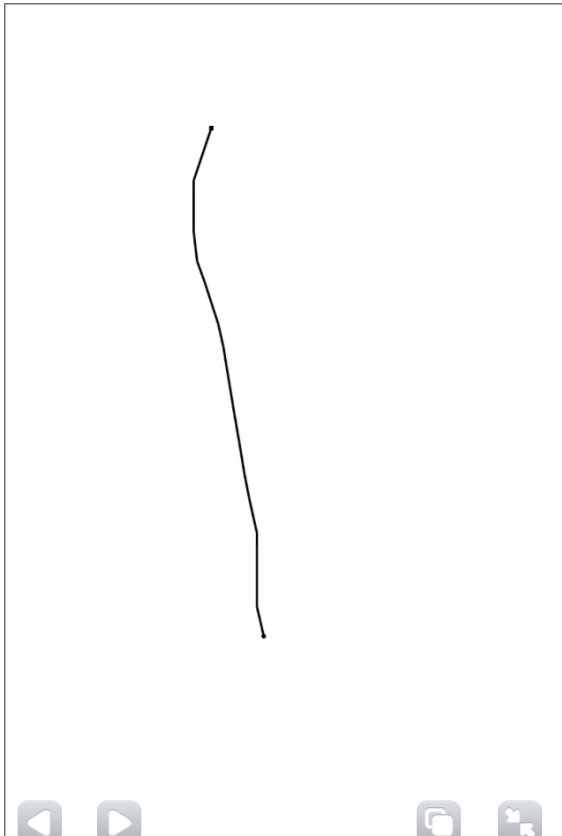
Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Pasa la mano completa de arriba abajo indicando su intención de borrar lo que ha hecho.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un toque en la zona inferior derecha porque sitúa ahí el botón de borrar o retroceso.	
Operación: Cambiar de aplicación	

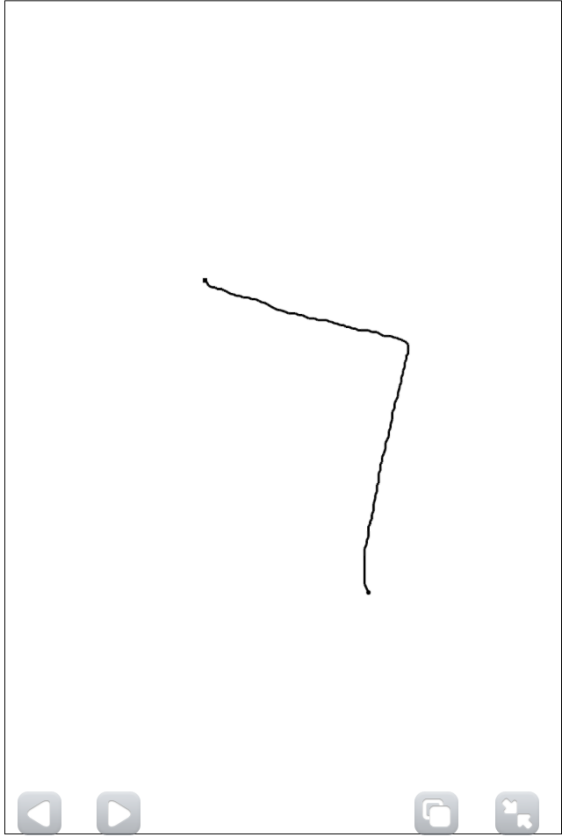
Comentarios	Imagen gesto 1
<p>Realiza el gesto de rotor, como un dial, hacia la derecha pasa a la siguiente aplicación hacia la izquierda hacia la anterior.</p>	 <p>El diagrama muestra un gesto de rotor en forma de 'C' invertida, representando la navegación entre aplicaciones. El gesto comienza en la parte superior derecha, se curva hacia abajo y a la izquierda, y termina en la parte inferior izquierda. En el centro del gesto, hay un pequeño icono de una flecha curva que indica la dirección del movimiento. En la parte inferior del diagrama, hay cuatro iconos de control: un botón de retroceso, un botón de reproducción, un botón de copia y un botón de compartir.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
<p>Mantiene el dedo pulsado para avanzar a la siguiente aplicación, como empujando a la actual y haciendo aparecer la siguiente.</p>	 <p>El diagrama muestra un gesto de rotor en forma de línea diagonal, representando la navegación entre aplicaciones. El gesto comienza en la parte superior derecha y se extiende hacia abajo y a la izquierda. En la parte inferior del diagrama, hay cuatro iconos de control: un botón de retroceso, un botón de reproducción, un botón de copia y un botón de compartir.</p>

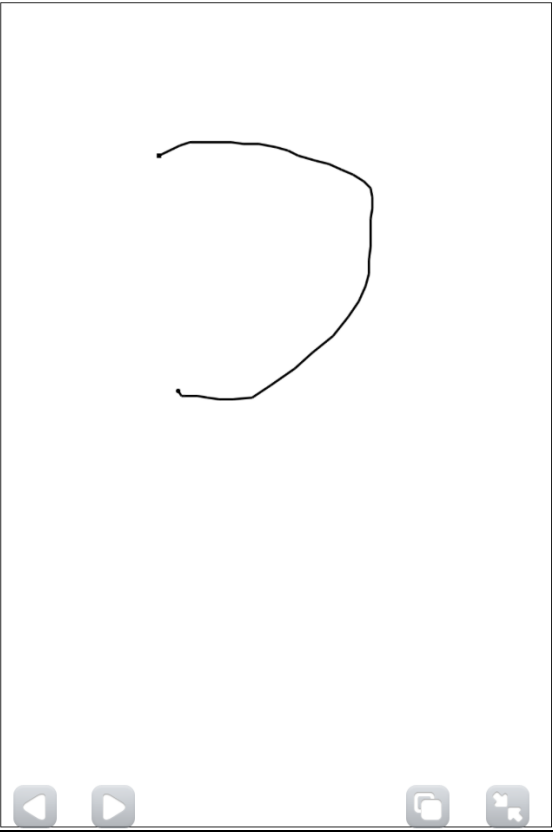
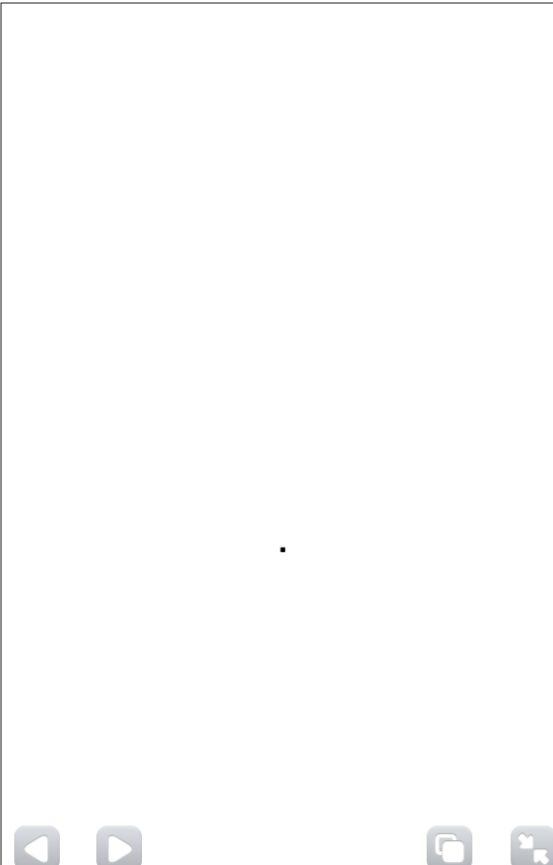
Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la derecha, la parte derecha la asocia con avanzar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
No es capaz de pensar un segundo gesto.	

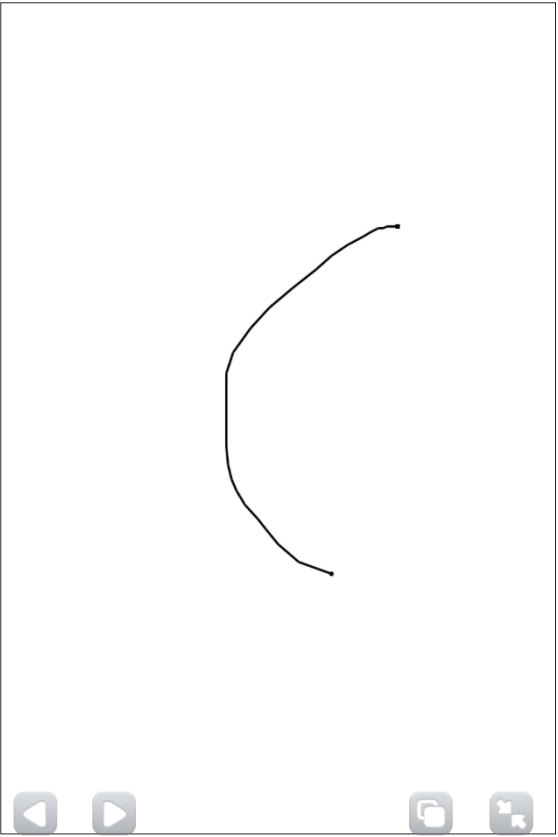
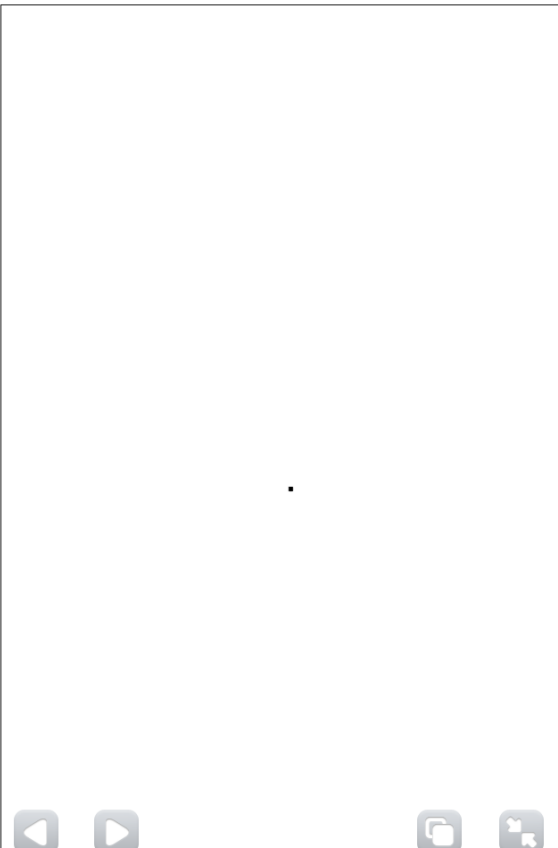
Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la izquierda, al contrario que siguiente, en la parte izquierda asocia el retroceso.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo no consigue realizar una segunda opción de gesto.	

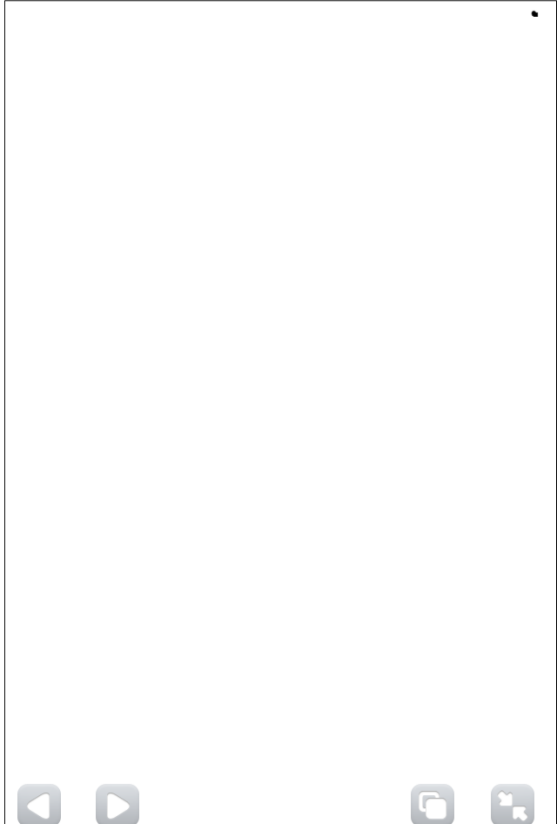
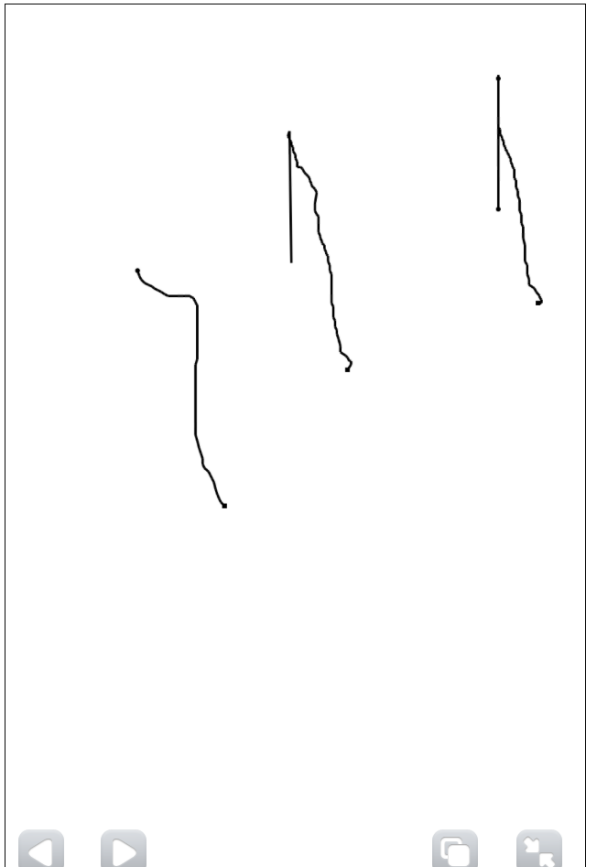
Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con un dedo, como doble click, indicando conformidad.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia abajo, indica que así hace aparecer lo siguiente que está arriba.	

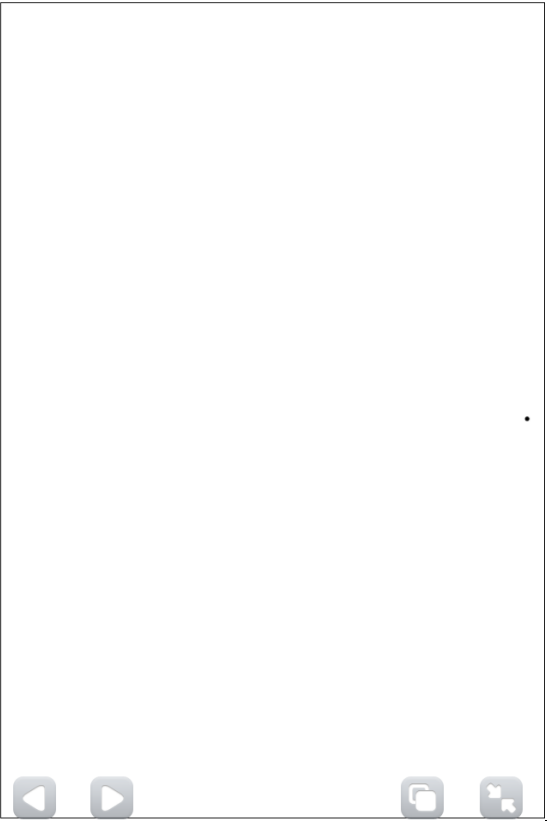

Operación: Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un doble toque, lo justifica como lo contrario que aceptar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia arriba, indicando que quiere sacar lo anterior, que lo sitúa debajo.	

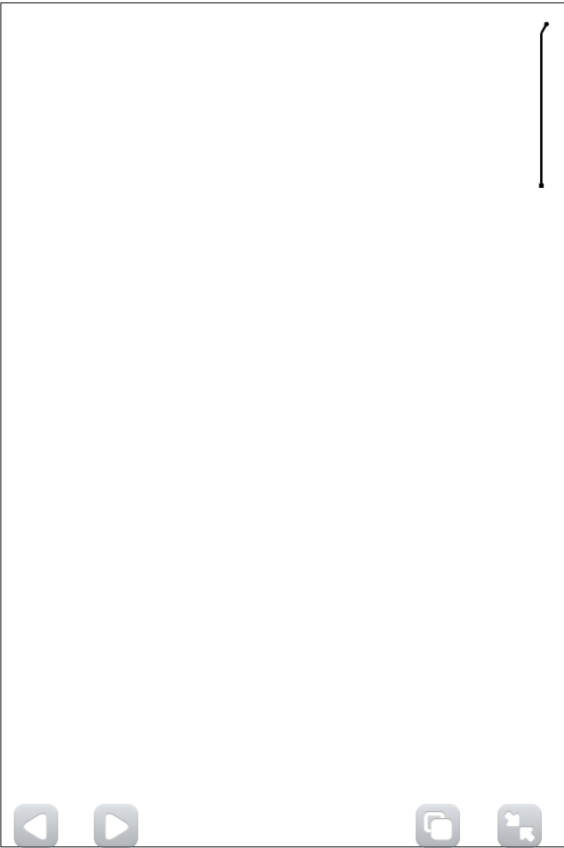
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick de abajo a arriba para mover el objeto una línea hacia arriba, y de izquierda a derecha para moverlo dentro de la misma línea.	
Comentarios	Imagen gesto 2
No es capaz de realizar un segundo gesto.	


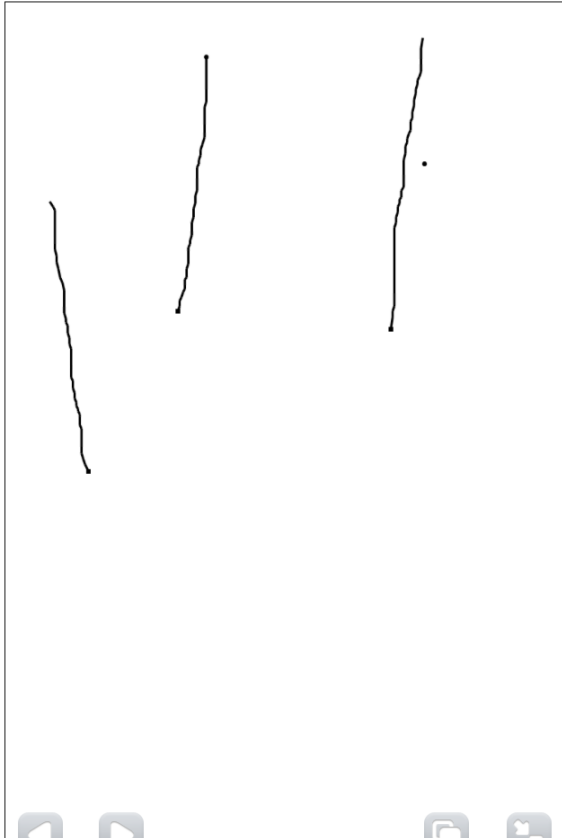
Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una curva hacia la izquierda, como si abriera una cerradura.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques con un dedo, como el doble click de un ordenador para abrir.	


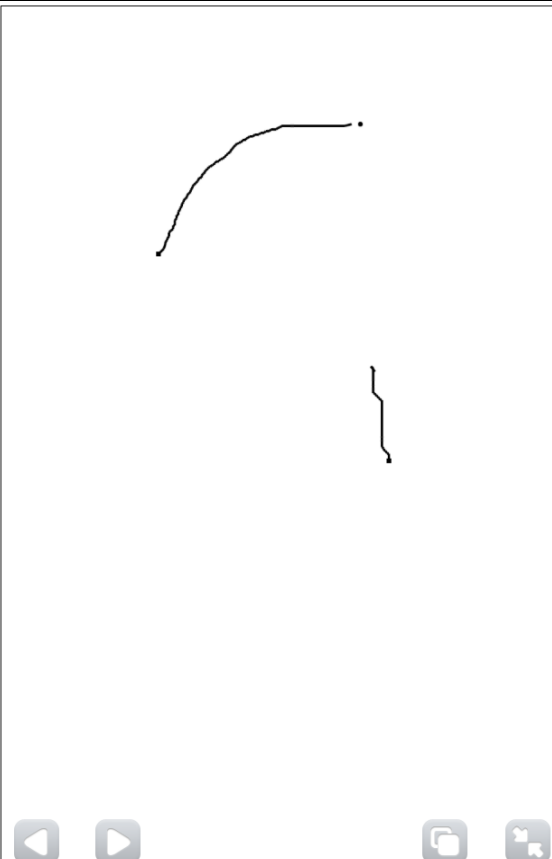
Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una curva hacia la derecha, esta vez al contrario que abrir e igualmente como una cerradura.	 Una imagen de una pantalla táctil que muestra un gesto de cierre. El gesto es una curva hacia la derecha, similar a la parte superior de un 'C' o a una cerradura. En la parte inferior de la pantalla, hay una barra de navegación con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una red.
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza doble click, explica que si está cerrado abre, y que si está abierto cierra.	 Una imagen de una pantalla táctil que muestra un gesto de doble clic. El gesto es un pequeño punto centralizado en la pantalla. En la parte inferior de la pantalla, hay una barra de navegación con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una red.

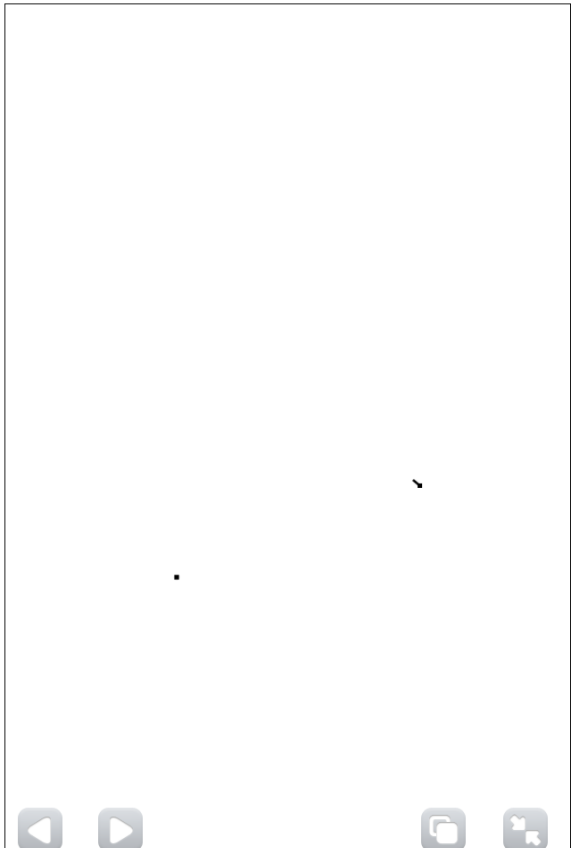
Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un desplazamiento hacia arriba con un dedo en la esquina superior derecha, lo asocia con copiar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Desplaza tres dedos por la pantalla para enfatizar el hecho de que quiere desplazar algo.	

Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Pasa toda la mano por la pantalla como queriendo desplazar todo. Produce un único toque, quizá por mala respuesta del dispositivo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un toque en la parte inferior derecha donde sitúa el botón del teclado virtual de borrar,	

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un desplazamiento hacia abajo en la esquina superior derecha, similar a copiar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
No realiza un segundo gesto.	

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque en la esquina superior izquierda, si en la derecha copiaba y cortaba en la izquierda pega.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Usa de nuevo tres dedos, como si con ello enfatizara el hecho de mover.	

Operación: Seleccionar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Desliza dos dedos desde donde comienza hasta donde termina.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Usa el rotor para ir seleccionando palabra a palabra.	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
No es capaz de generar ningún gesto.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Como primera opción propone usar el botón y no realiza gesto.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Como segunda opción da dos toques con dos dedos, en este caso lo asocia con una acción que ya conoce pero enfatizada.	

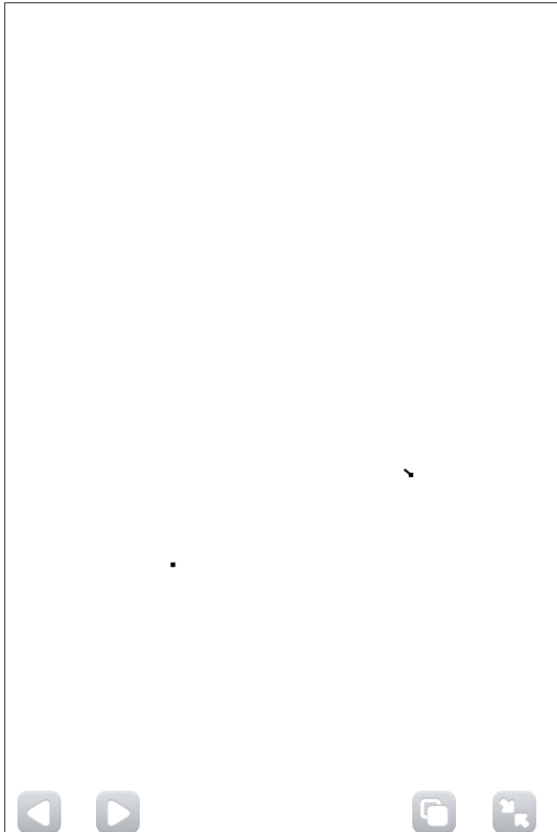
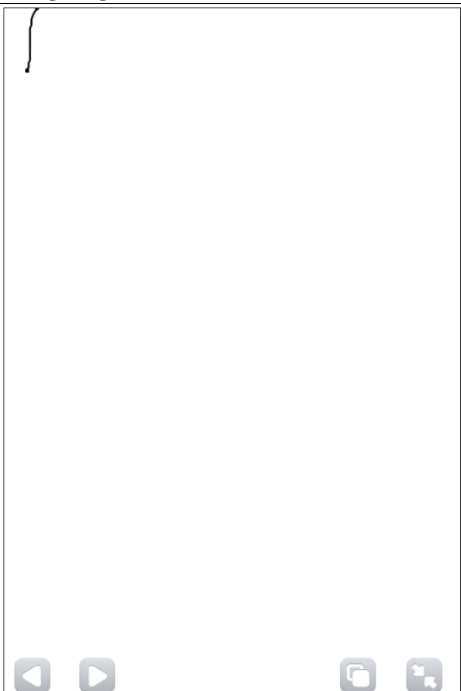

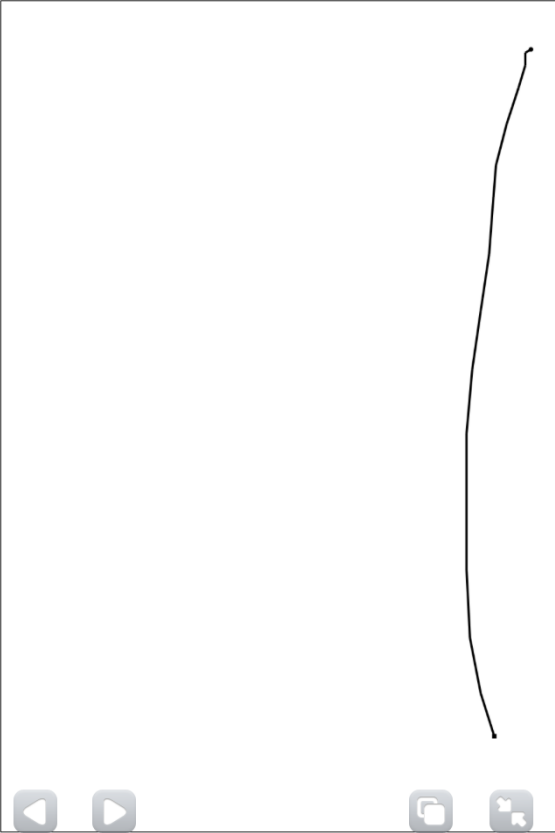
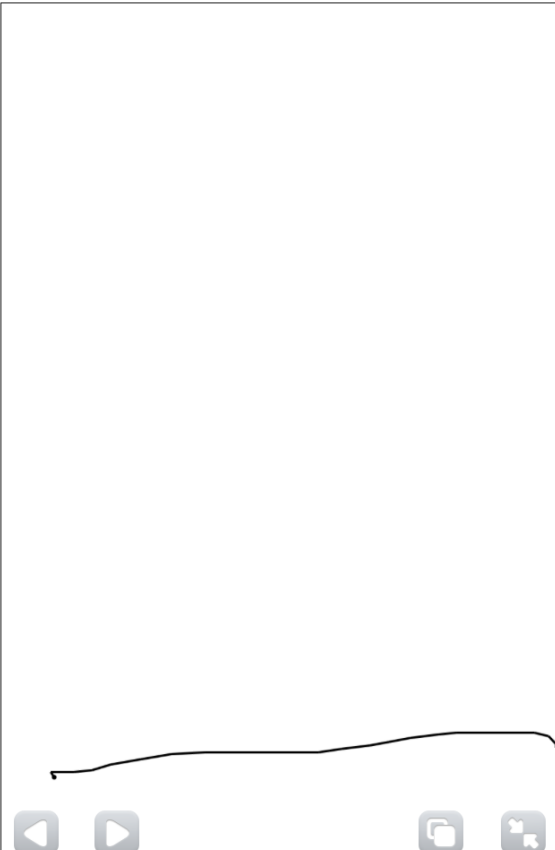
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la misma acción que descolgar, primero usa el botón.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Como segunda opción dos toques con dos dedos.	


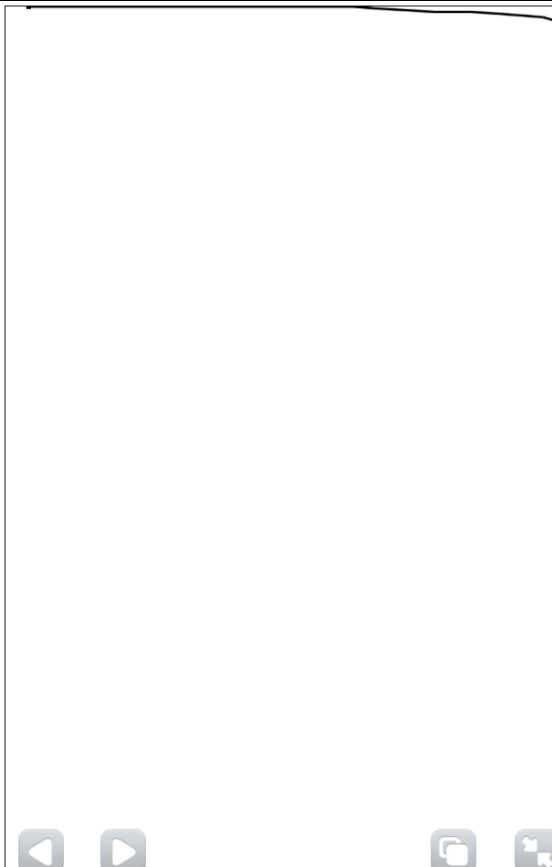
Tabla 10 – Tabla recopilación datos gestos usuario 5


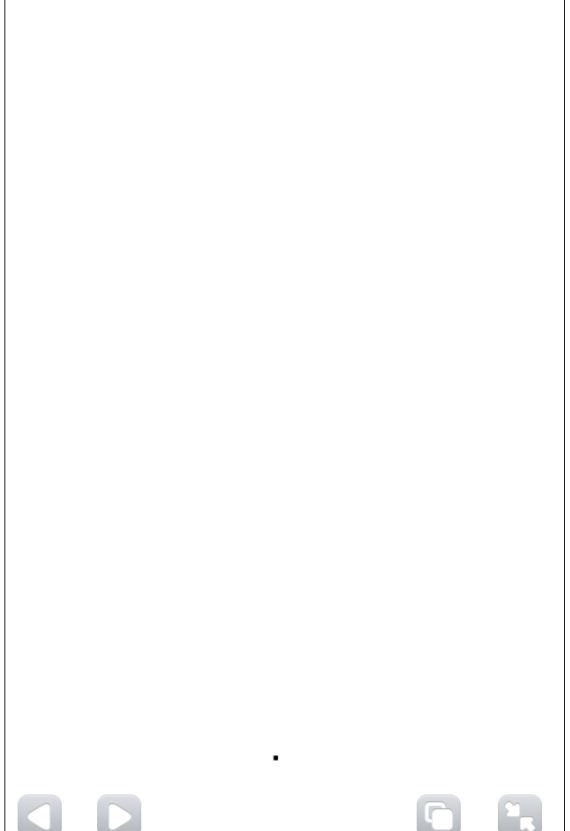
Usuario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
6	61	Masculino	Sí (N70)	No	Ordenador personal	Adquirida, más de 50 años	Sí

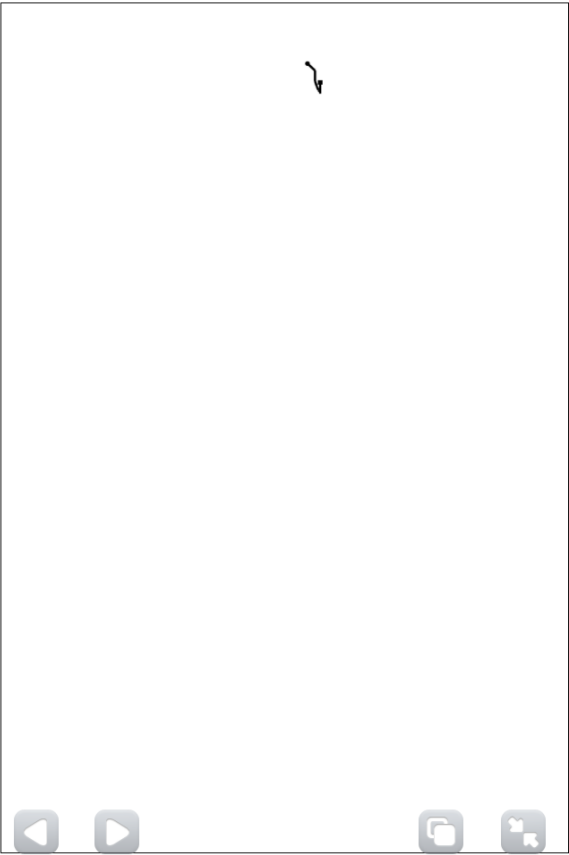
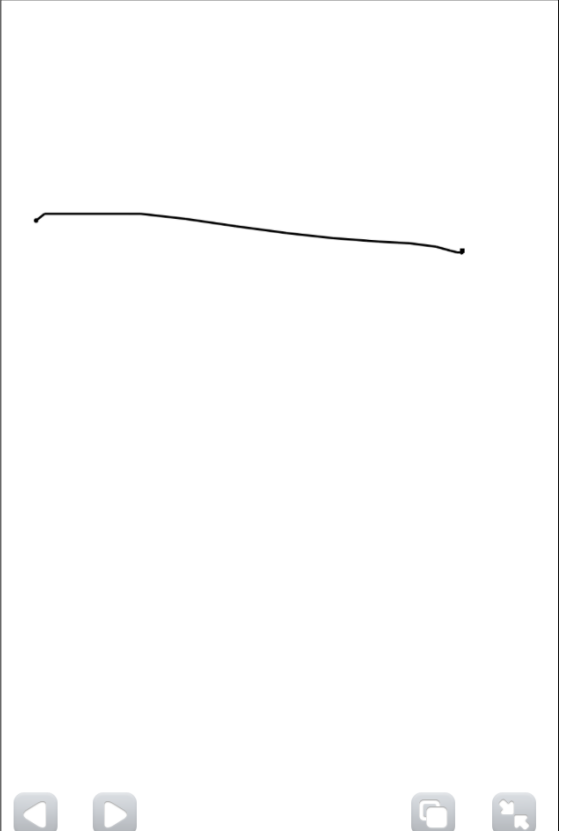
Tabla 11 – Datos de usuario 6


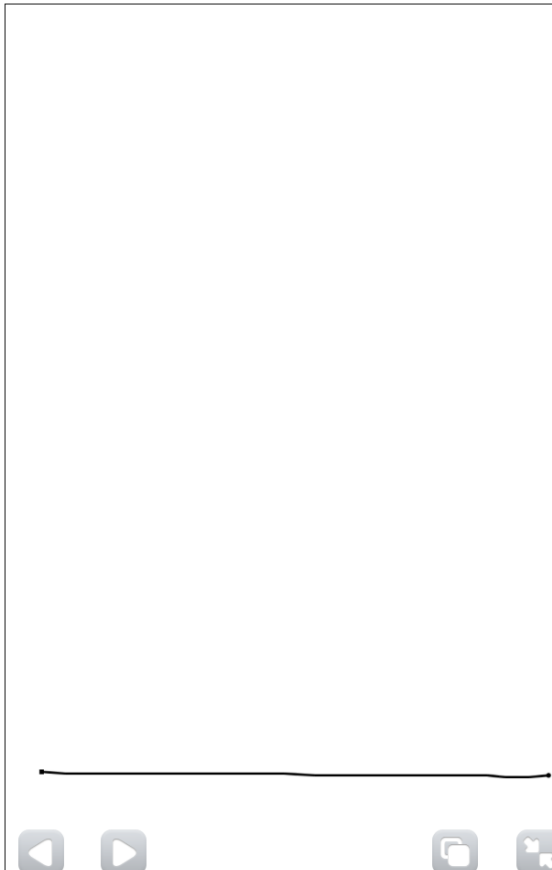
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque en la parte superior izquierda porque asocia por esta zona el menú.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la derecha para desplegar el menú que sitúa en la izquierda.	

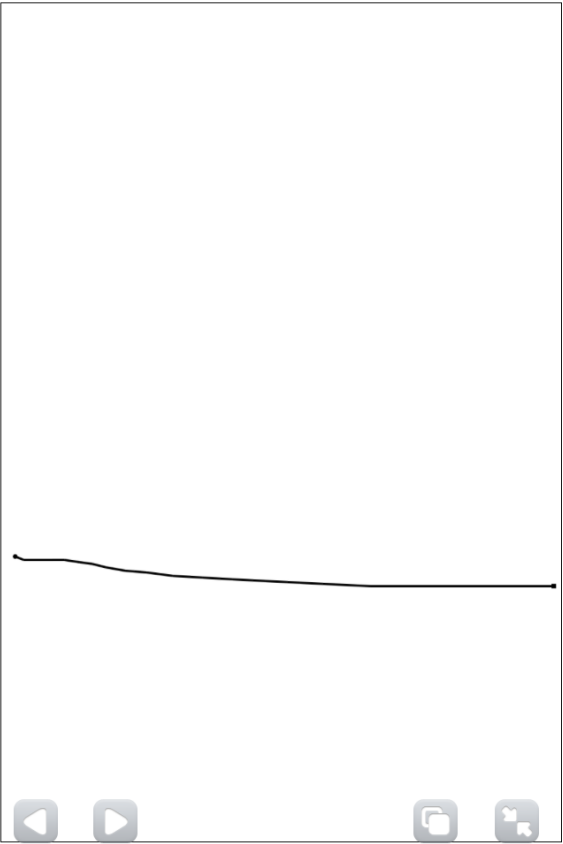
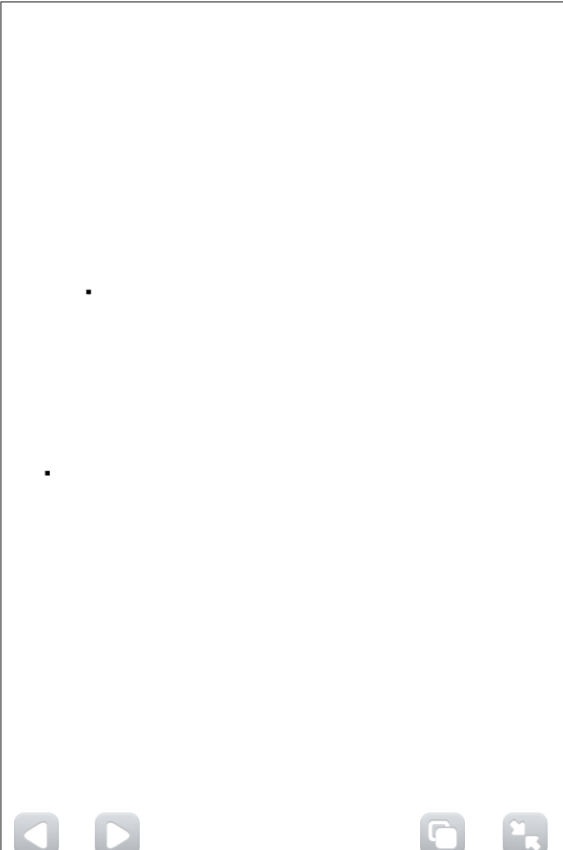
Operación: Ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 1
Por el lateral derecho pasa el dedo de abajo a arriba, da mucha importancia a la zona donde realiza el gesto.	 El diagrama muestra una pantalla rectangular con una línea negra que comienza en la parte inferior derecha y se extiende verticalmente hacia el borde superior, con una ligera curvatura. En la parte inferior de la pantalla, hay una barra de navegación con cuatro iconos: un triángulo hacia atrás, un triángulo hacia adelante, un icono de una carpeta y un icono de una red.
Comentarios	Imagen gesto 2
Desliza el dedo de izquierda a derecha por la parte inferior de la pantalla.	 El diagrama muestra una pantalla rectangular con una línea negra que comienza en la parte inferior izquierda y se extiende horizontalmente hacia el borde derecho, con una ligera curvatura. En la parte inferior de la pantalla, hay una barra de navegación con cuatro iconos: un triángulo hacia atrás, un triángulo hacia adelante, un icono de una carpeta y un icono de una red.

Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la izquierda por la parte inferior.	 <p>The screenshot shows a mobile application interface with a white background. At the bottom, there is a navigation bar with four icons: a back arrow, a play button, a square icon, and a share icon. A black line indicates a flick gesture starting from the bottom left and moving towards the center of the screen.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la izquierda por la parte superior, para él la diferencia de la zona donde lo realiza lo califica como	 <p>The screenshot shows the same mobile application interface as above. A black line indicates a flick gesture starting from the top left and moving towards the center of the screen.</p>

Operación: Cambiar de aplicación	
Comentarios	Imagen gesto 1
Se imagina una zona delimitada en la parte superior con las aplicaciones y golpea en la parte en la que sitúa la aplicación	 <p>The screenshot shows a mobile application interface. At the top, there is a horizontal bar containing several application icons. A small black arrow points to one of these icons, indicating a gesture. Below this bar is a large white area. At the bottom of the screen, there is a dock with four icons: a back arrow, a play button, a square icon, and a multi-tasking icon.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Lo mismo pero abajo.	 <p>The screenshot shows the same mobile application interface as the previous one. However, the gesture (indicated by a small black dot) is performed on a horizontal bar located at the bottom of the screen, which also contains application icons. The rest of the interface, including the top bar and the dock, remains the same.</p>

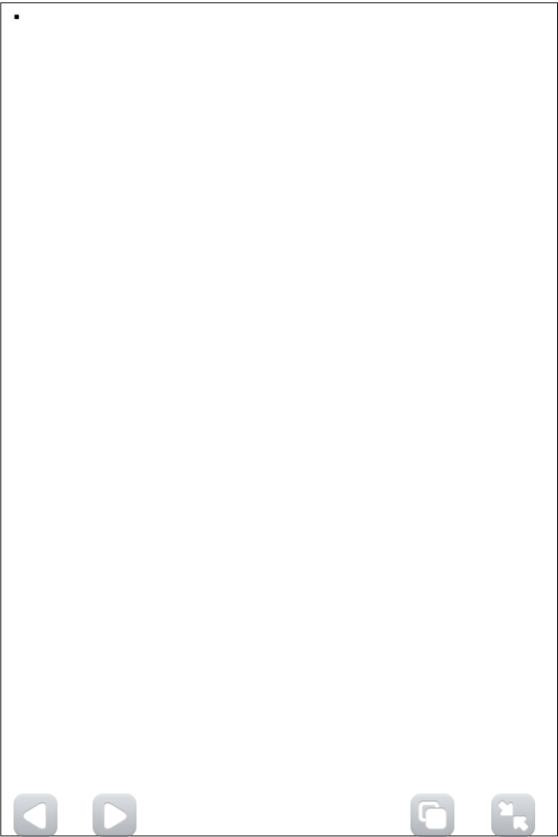
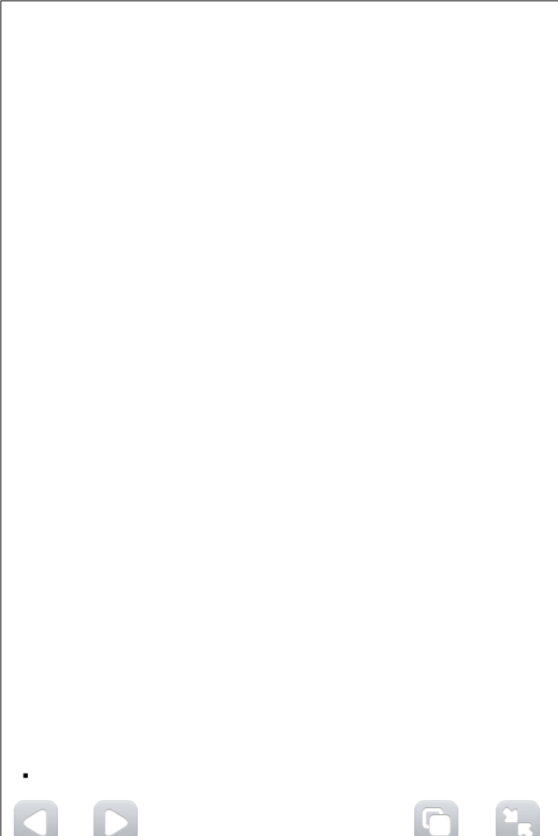
Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza tap en una zona superior porque lo asocia con avanzar.	 El diagrama muestra una pantalla rectangular con una flecha curva que comienza en la parte superior central y apunta hacia abajo, indicando un gesto de toque. En la parte inferior de la pantalla, hay una barra de navegación con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta o documento, y un icono de una red o conexión.
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la derecha como si pasara a la siguiente página de un libro.	 El diagrama muestra una pantalla rectangular con una línea horizontal que comienza en la parte superior izquierda y se extiende hacia la derecha, curvándose ligeramente hacia abajo al final, indicando un gesto de flick. En la parte inferior de la pantalla, hay una barra de navegación con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta o documento, y un icono de una red o conexión.

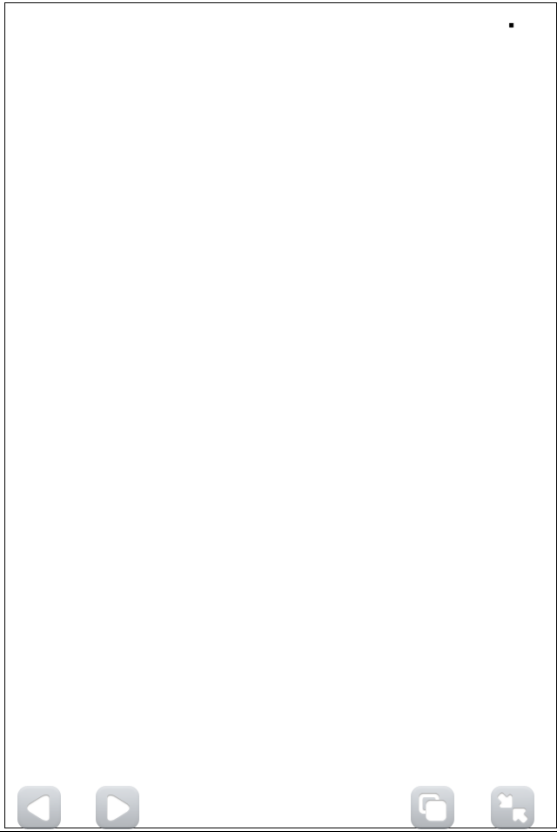
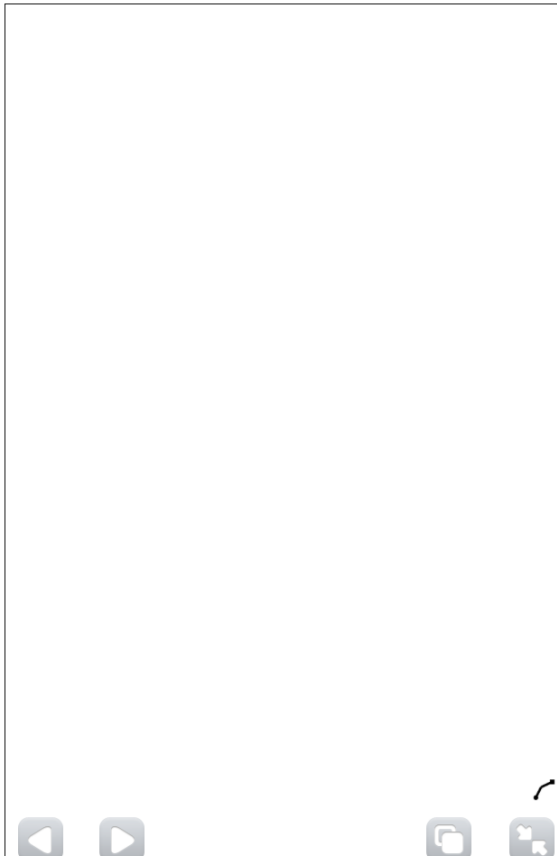
Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Hace tap en la zona inferior que asocia con retroceder.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la izquierda, como volver atrás en un libro.	

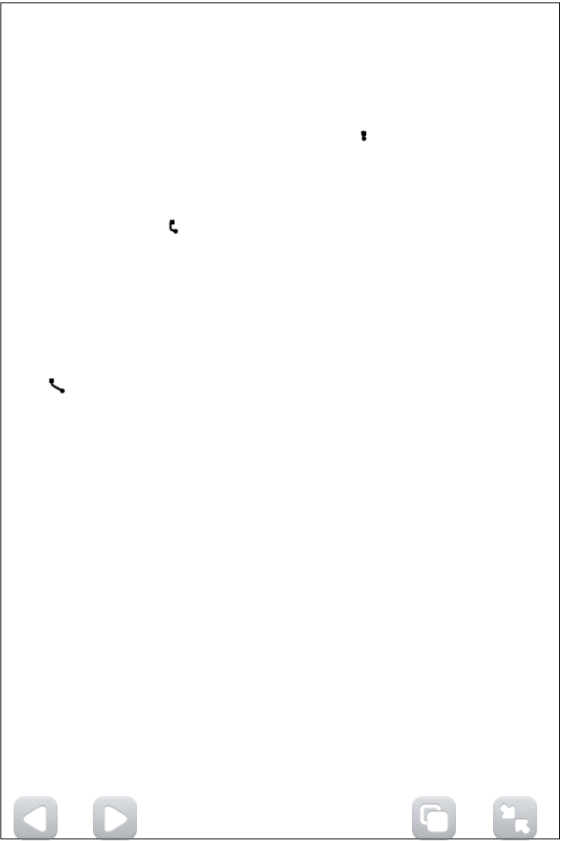
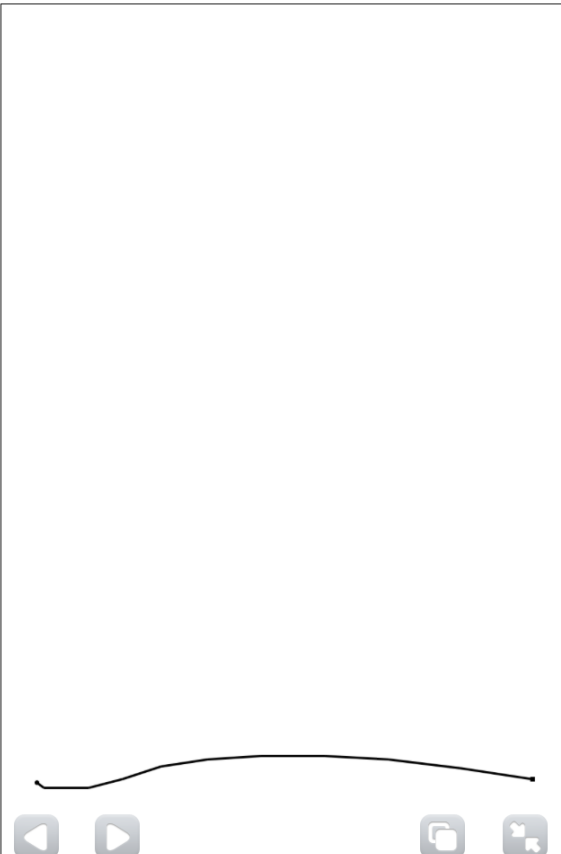
Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Coloca dos dedos de forma horizontal sobre la pantalla en la parte inferior, le parece lógico para aceptar, porque es la parte donde firmaría. La pantalla solo detecta un dedo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
En la parte izquierda pone dos dedos sobre la pantalla, lo justifica de forma pobre.	

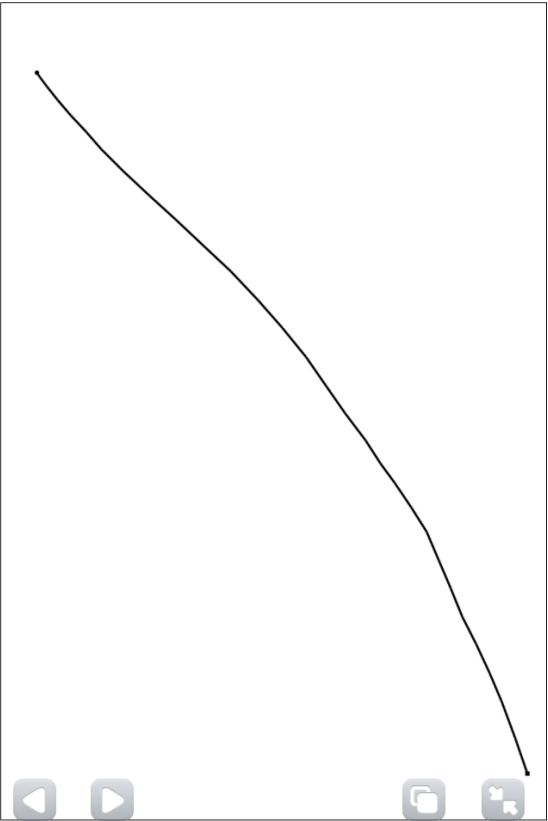
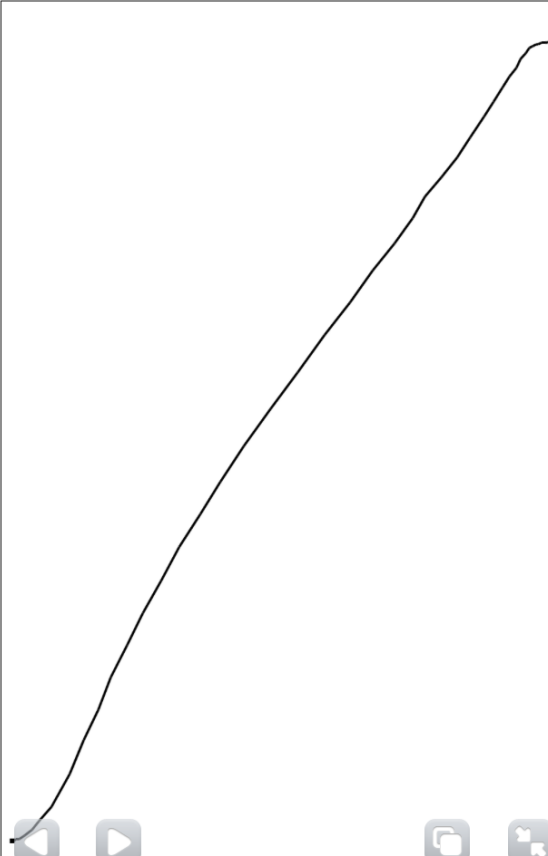
Operación: Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza lo contrario que aceptar, pone dos dedos horizontalmente sobre la pantalla en la parte superior.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Al contrario que aceptar, pasa dos dedos por la parte derecha de la pantalla.	

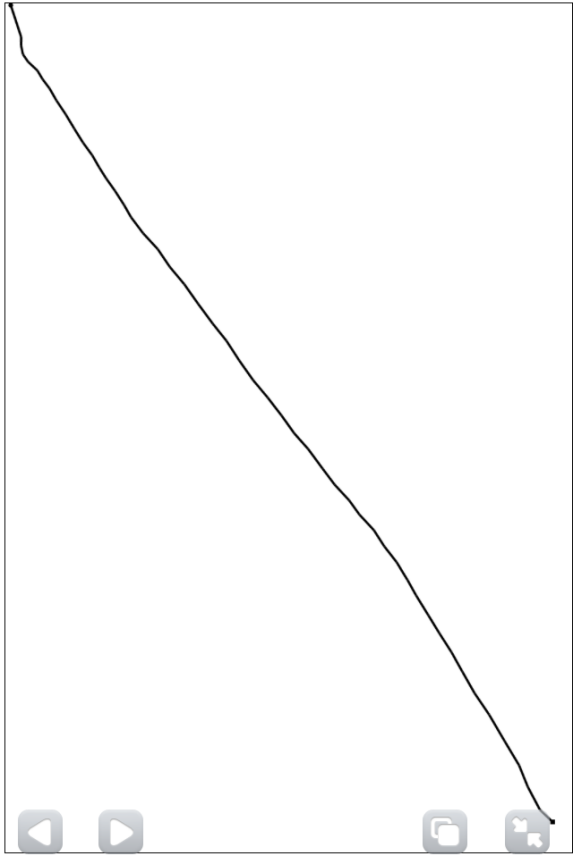
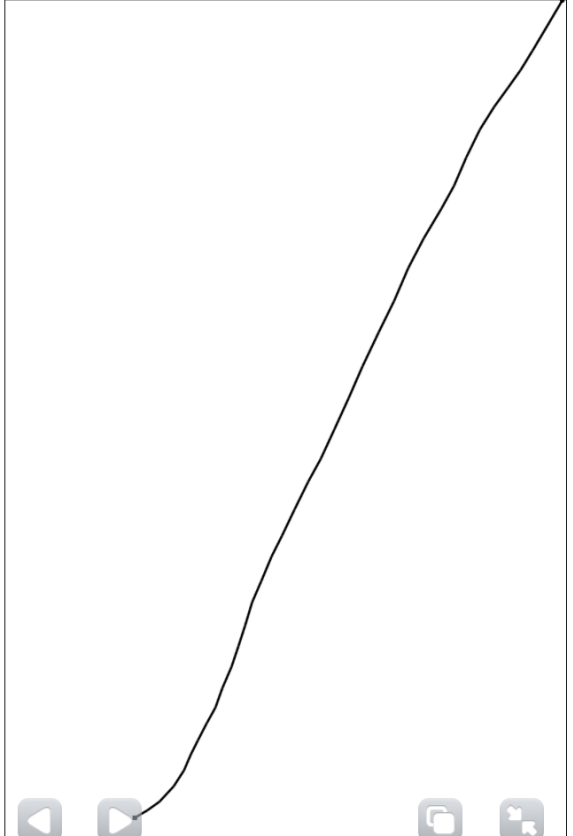
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
Pasa el dedo por el lateral izquierdo hacia arriba.	 El diagrama muestra una pantalla vertical con una línea vertical en el lado izquierdo que indica un movimiento ascendente. En la parte inferior de la pantalla, hay cuatro iconos: un triángulo hacia atrás, un triángulo hacia adelante, un icono de una carpeta y un icono de una red.
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo diferencia el gesto por la zona y pasa el dedo hacia arriba pero esta vez por la derecha.	 El diagrama muestra una pantalla vertical con una línea vertical en el lado derecho que indica un movimiento ascendente. En la parte inferior de la pantalla, hay cuatro iconos: un triángulo hacia atrás, un triángulo hacia adelante, un icono de una carpeta y un icono de una red.

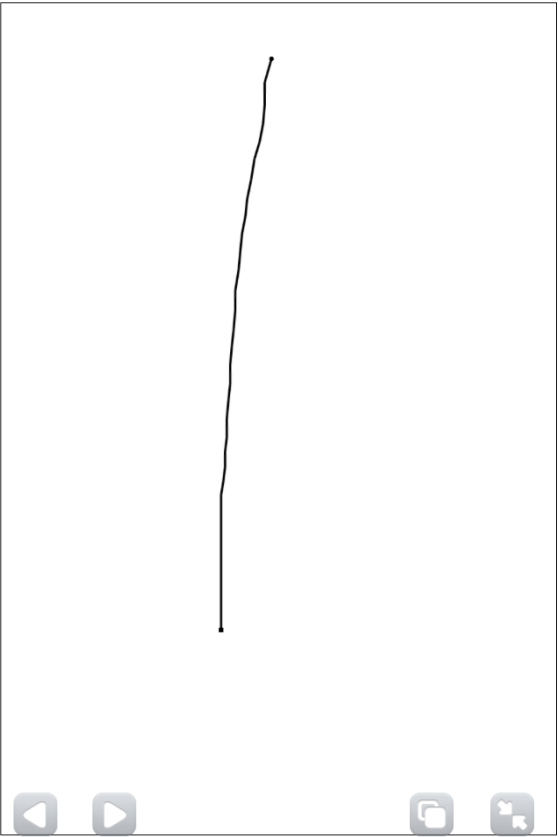
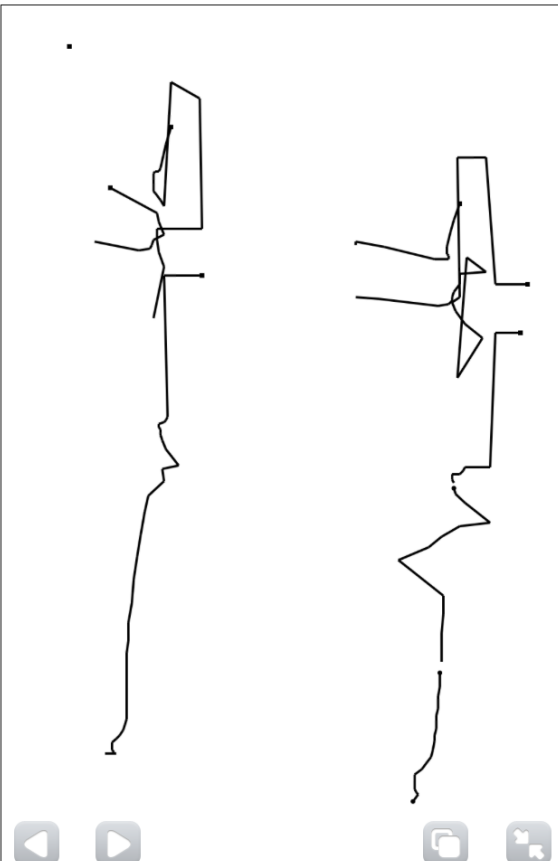
Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza tap en la zona superior izquierda	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza tap en la zona inferior izquierda.	

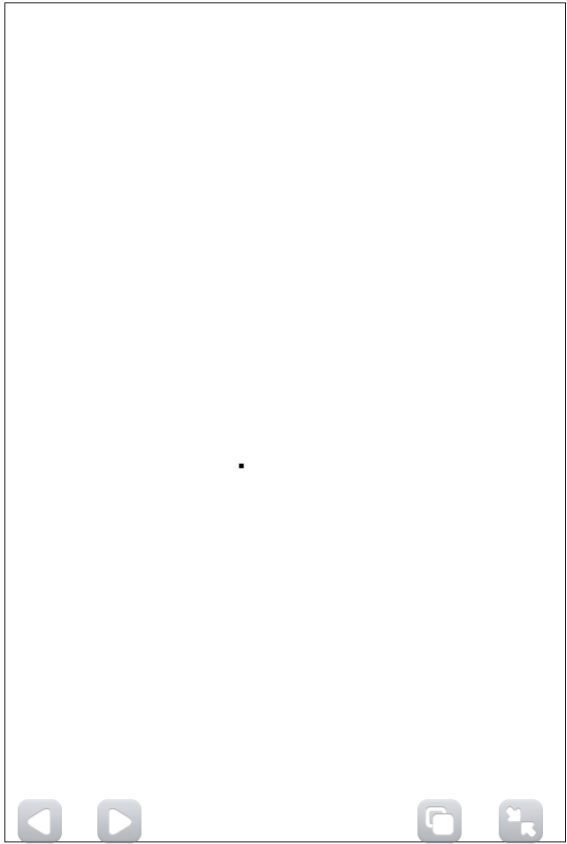
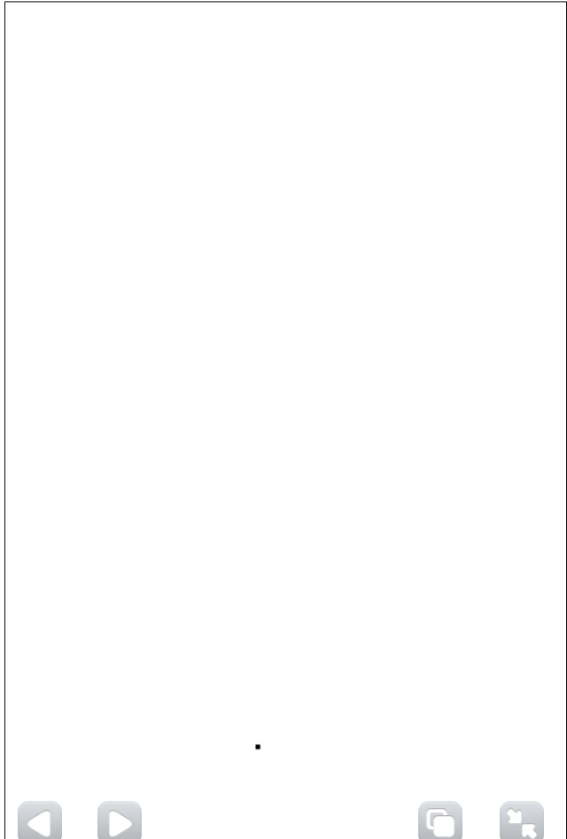
Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Al revés que abrir, realiza tap en la esquina superior derecha.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo lo mismo, pero abajo.	


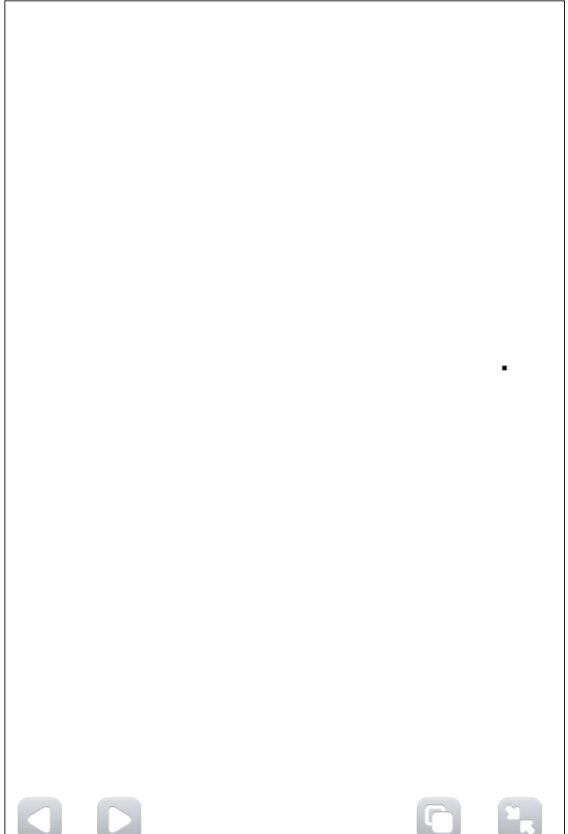
Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Toca la pantalla con tres dedos para expresar que quiere copiar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Desliza el dedo por la parte inferior de la pantalla.	

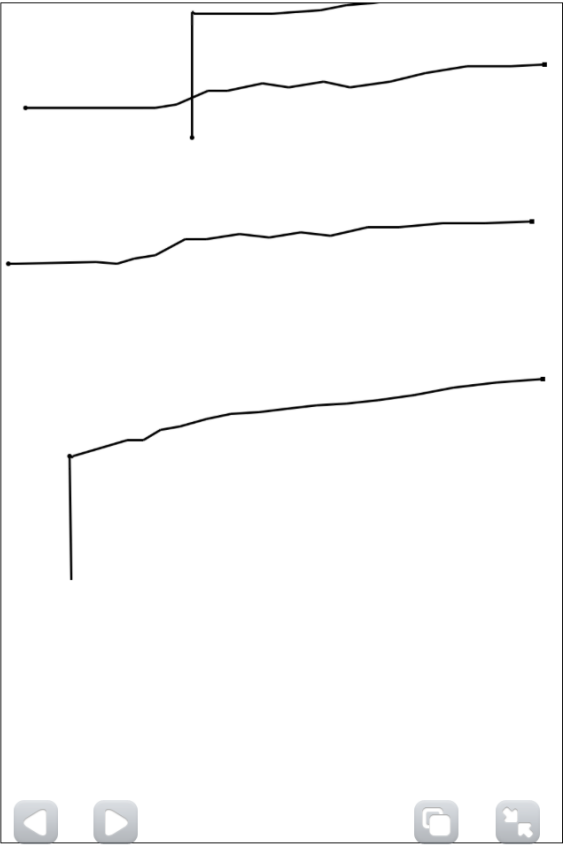
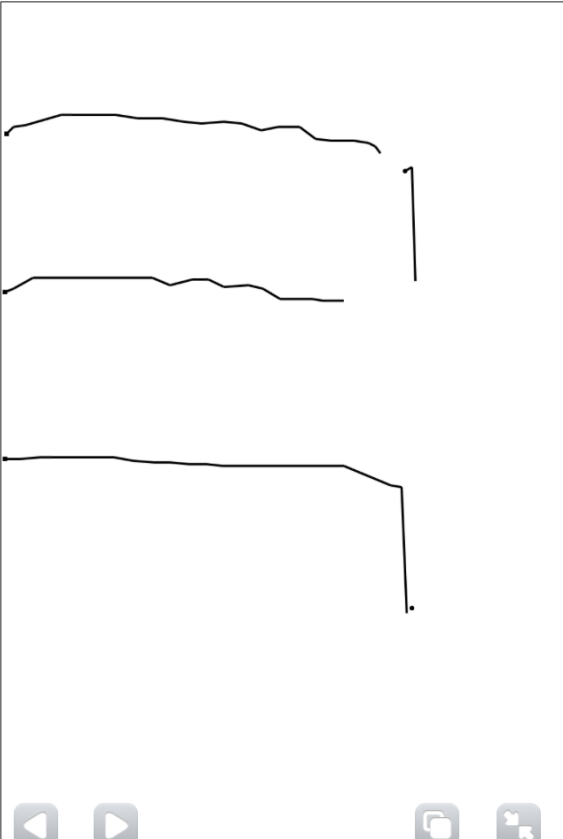
Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Desliza el dedo desde la esquina superior izquierda a la inferior derecha como si cortara.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo lo mismo pero en otra zona.	

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza los mismos gestos que borrar, dice que la única diferencia entre borrar y cortar es que uno lo deja en el cortapapeles, y que si no lo pegas hacen lo mismo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo lo mismo.	

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Barre la pantalla con el índice en posición horizontal de arriba a abajo como si quisiera pegar una pegatina a la pantalla. No detecta el dedo entero, sino los puntos con los que tocaba la pantalla.	 El diagrama muestra una línea vertical que comienza en el punto superior derecho y se extiende hacia abajo, terminando en el punto inferior izquierdo. Esta línea representa el camino del dedo índice al realizar el gesto de barrido. En la parte inferior de la imagen, se observan los iconos de navegación de un sistema operativo: un triángulo hacia atrás, un triángulo hacia adelante, un icono de una carpeta y un icono de una red.
Comentarios	Imagen gesto 2
Lo mismo pero de abajo a arriba.	 El diagrama muestra una línea vertical que comienza en el punto inferior izquierdo y se extiende hacia arriba, terminando en el punto superior derecho. Esta línea representa el camino del dedo índice al realizar el gesto de barrido. En la parte inferior de la imagen, se observan los iconos de navegación de un sistema operativo: un triángulo hacia atrás, un triángulo hacia adelante, un icono de una carpeta y un icono de una red.

Operación: Seleccionar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realizaría un golpe en el centro de la pantalla para comenzar y otro para terminar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Lo mismo pero abajo.	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con un dedo en la parte izquierda de la pantalla para indicar que quiere avanzar al siguiente usuario.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Lo mismo pero en la parte derecha.	

Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Barre la pantalla de izquierda a derecha con cuatro dedos.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Lo mismo pero de derecha a izquierda	

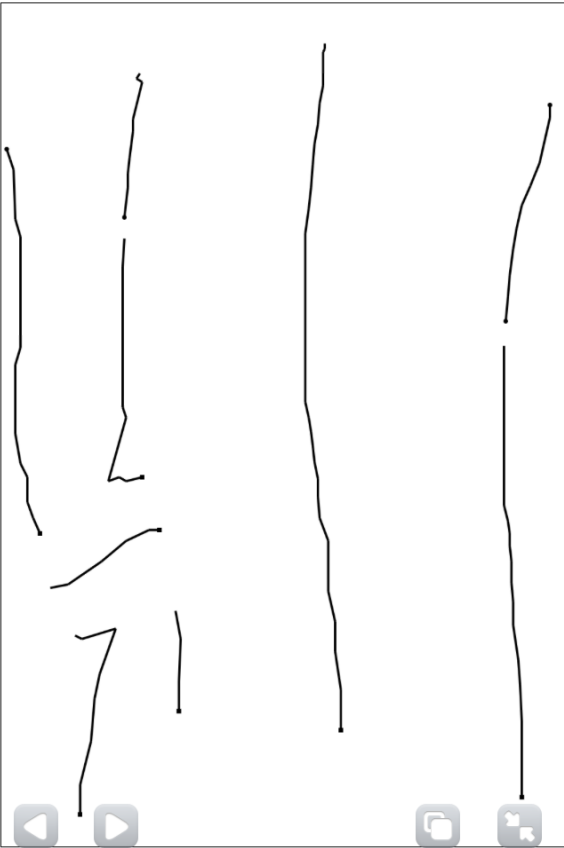
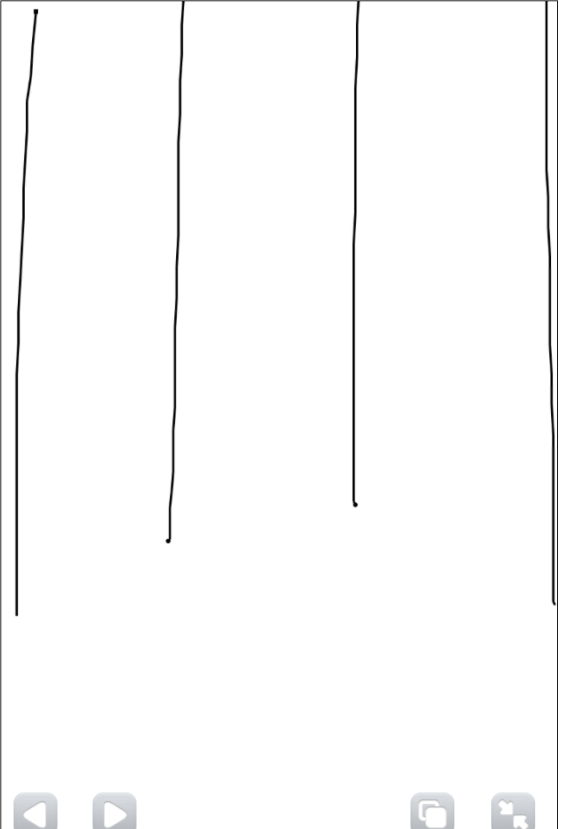

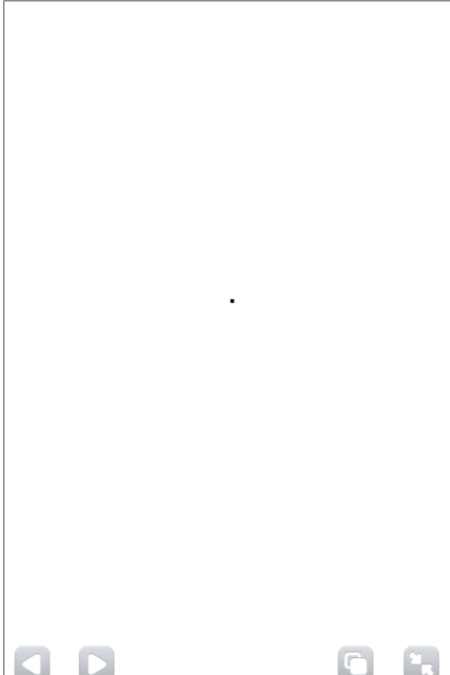
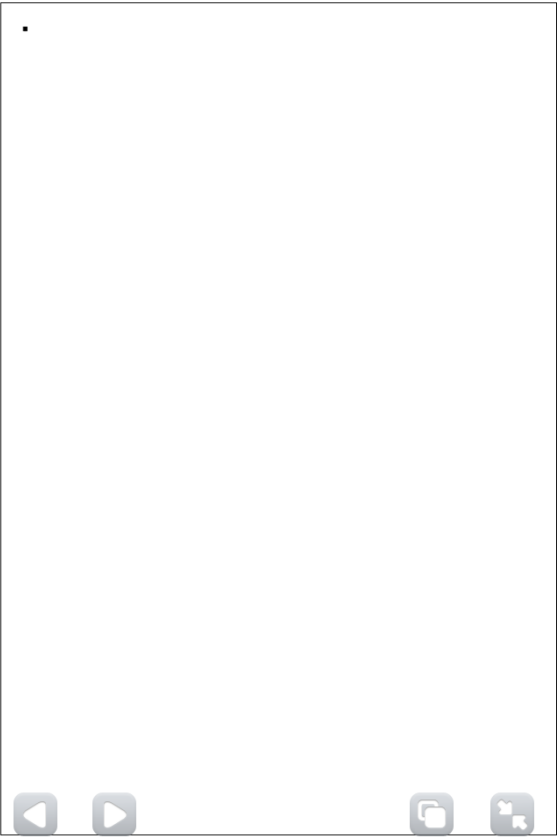
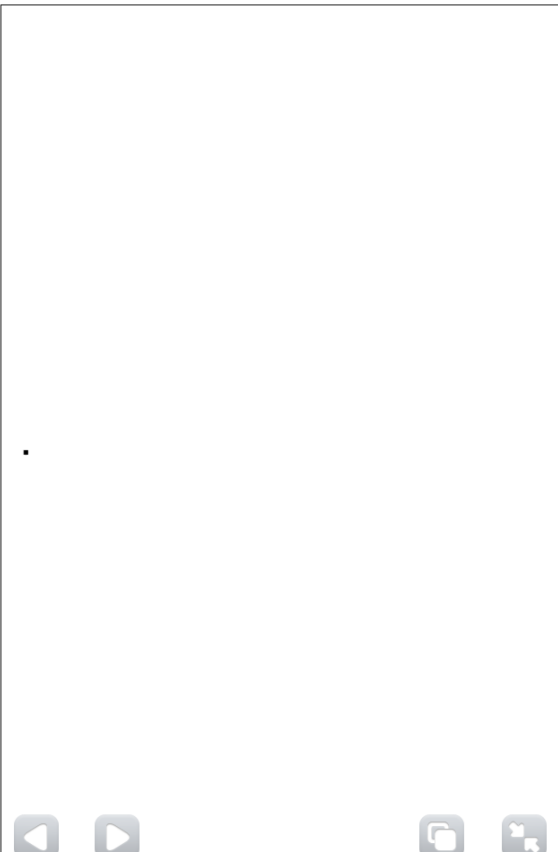
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Lo mismo que descolgar pero de forma vertical de abajo a arriba.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Igual que descolgar pero de arriba abajo.	


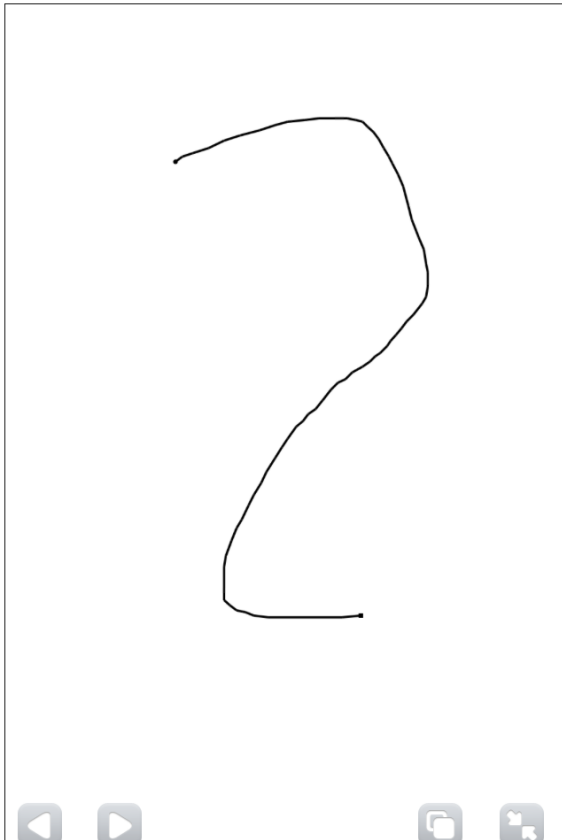
Tabla 12 – Tabla recopilación datos gestos usuario 6

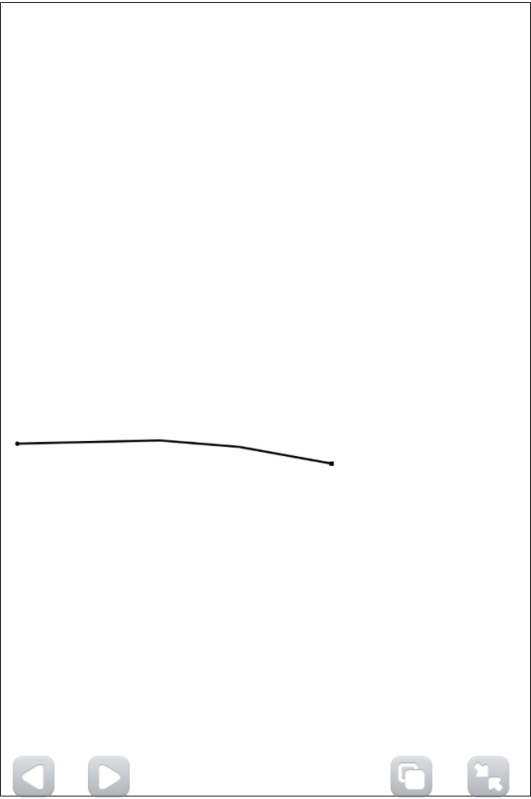
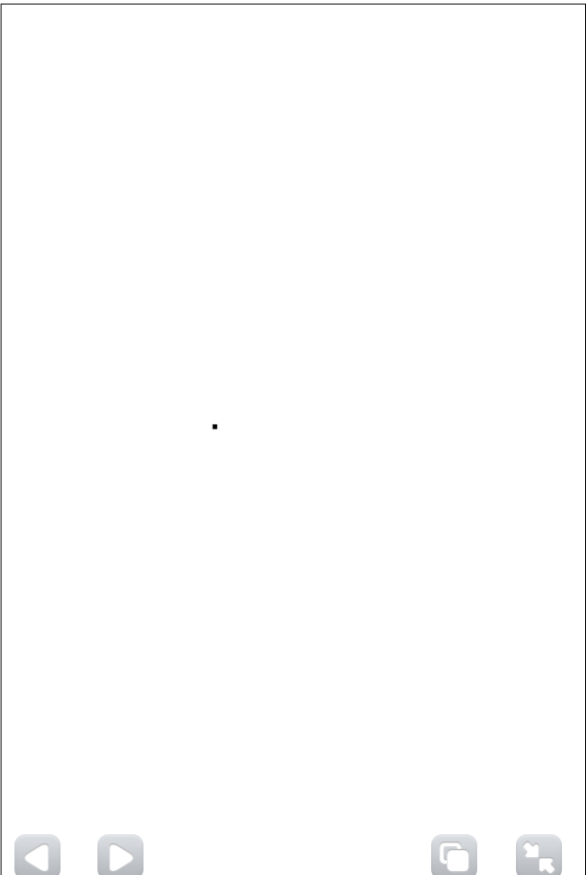
Usuario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
7	76	Femenino	Sí	Sí (Samsung S4)	iPad, ordenador personal	Adquirida, hace 16 años	Sí

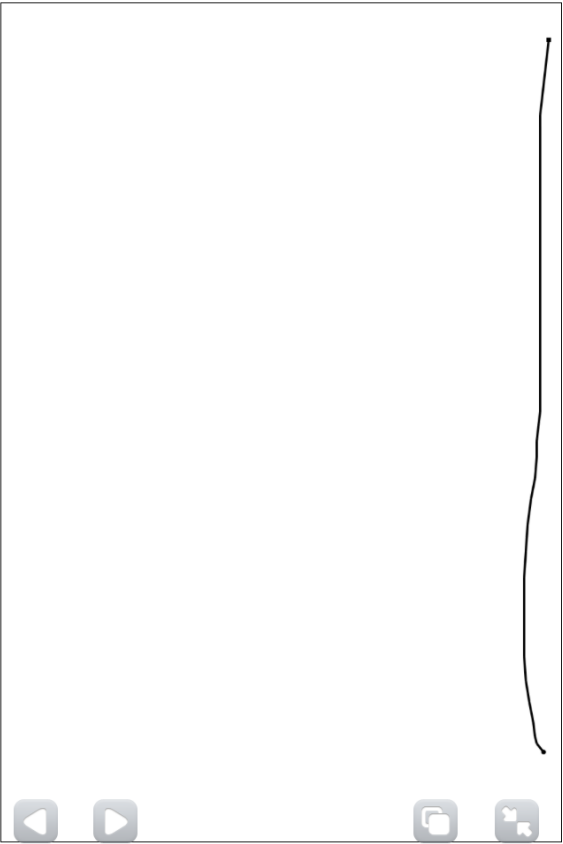
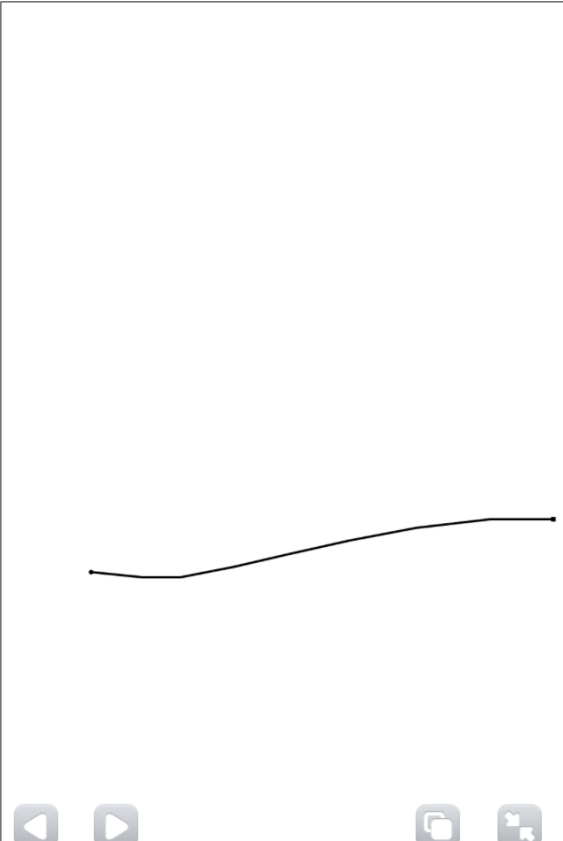
Tabla 13 – Datos de usuario 7

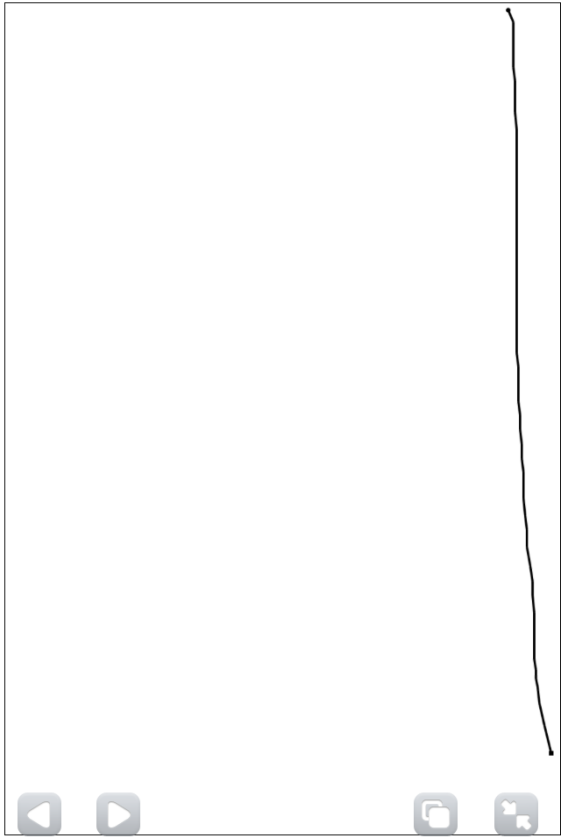
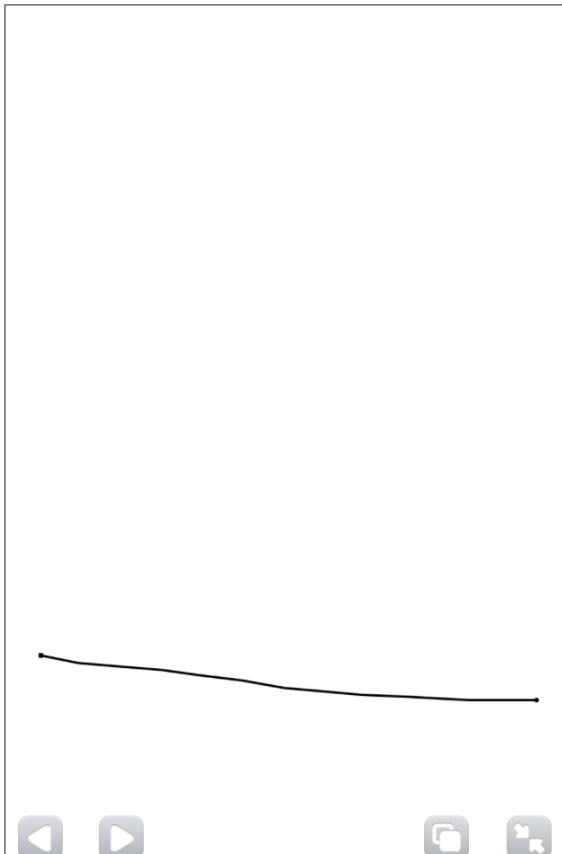
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza tap en la esquina inferior derecha, asigna a esa zona el menú	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza tap mantenido en el centro esperando que salga el menú de la aplicación	


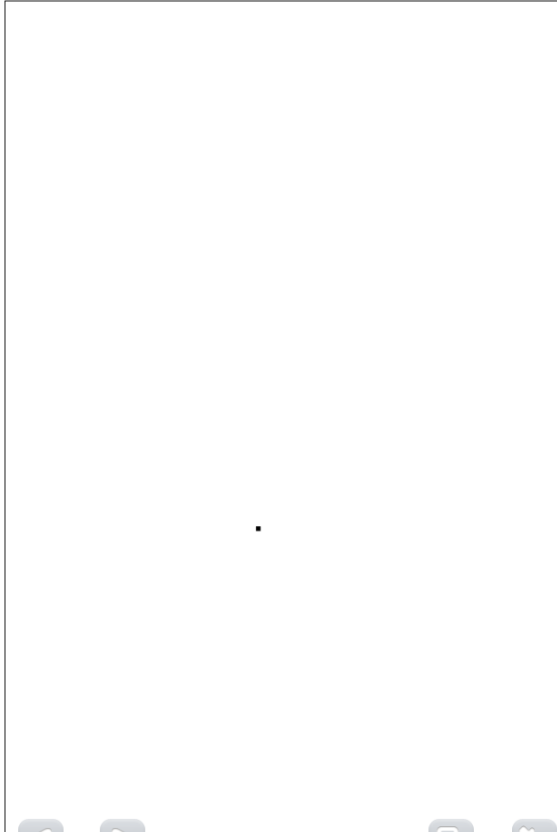
Operación: Ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 1
Con la mano izquierda realiza tap en la zona superior izquierda, asigna a esta zona la ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza tap hacia la mitad por la izquierda.	

Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza tap en la zona inferior izquierda porque la asocia con volver atrás	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un gesto deslizando el dedo indicando que se ha equivocado y quiere deshacerlo.	

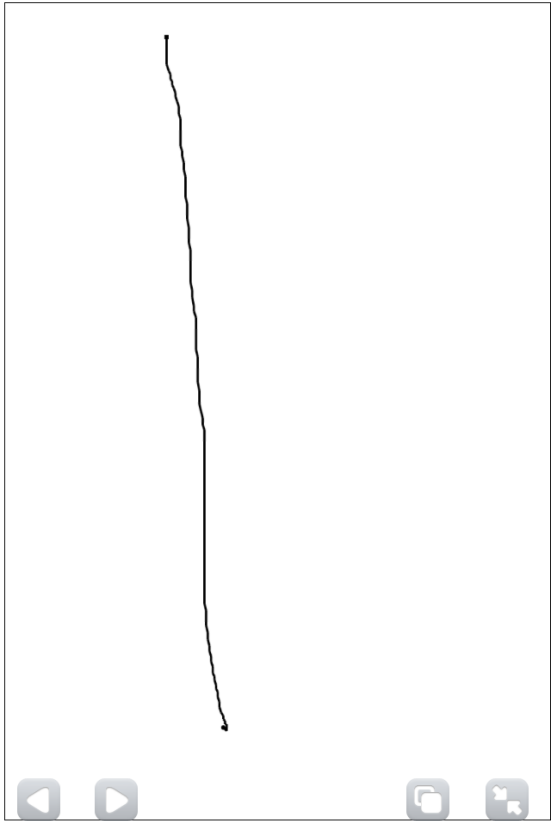
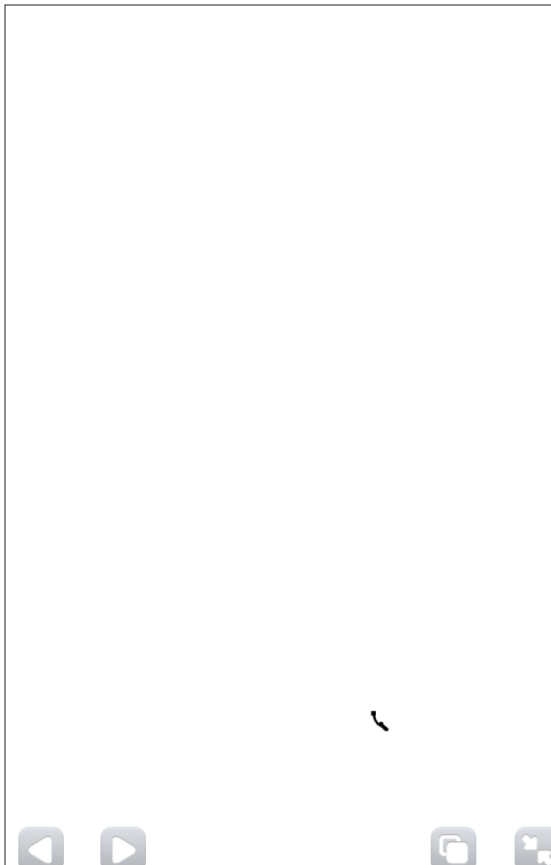
Operación: Cambiar de aplicación	
Comentarios	Imagen gesto 1
Hace flick hacia la derecha para pasar a la siguiente aplicación.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza doble tap sobre la pantalla indicando que da por finalizado la pantalla actual y quiere pasar a la siguiente.	

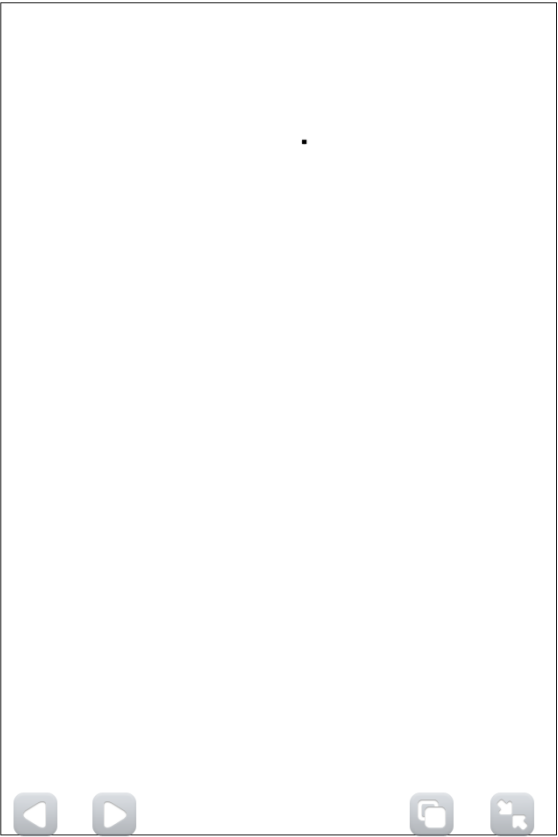
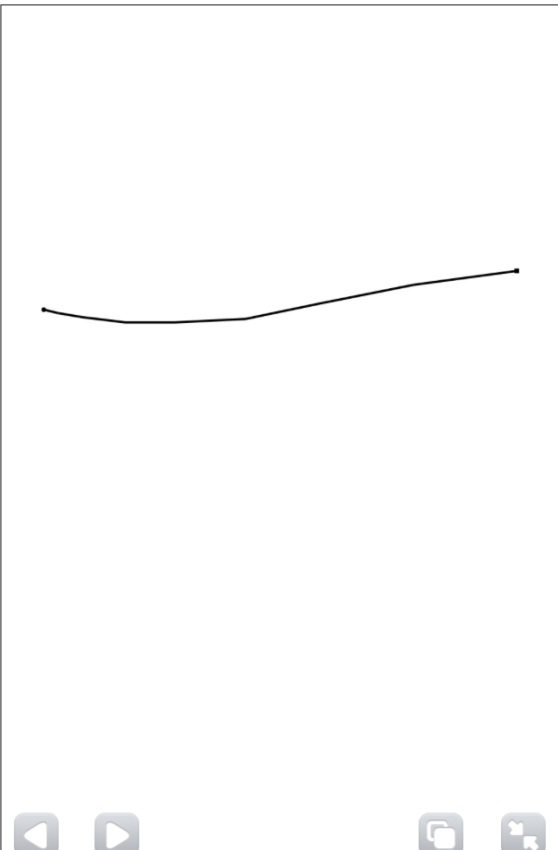
Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Flick hacia arriba por el lateral derecho, asocia la zona derecha y arriba a algo positivo, avanzar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Flick hacia la derecha, lo asocia con avanzar.	

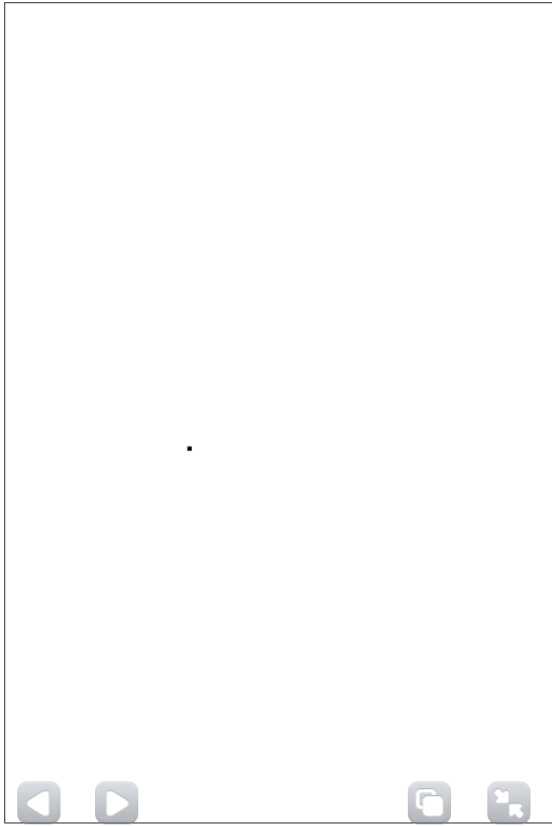
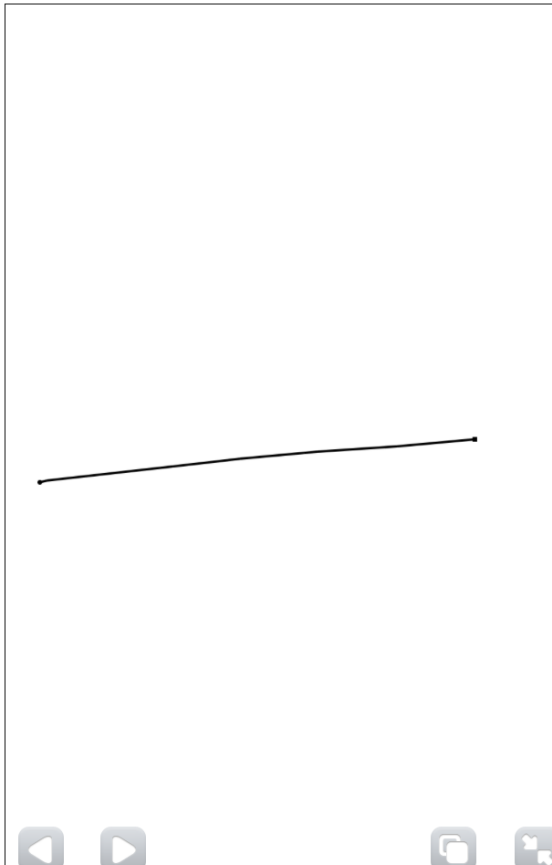
Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Flick hacia abajo, al contrario que siguiente.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Flick hacia la izquierda al contrario de nuevo.	


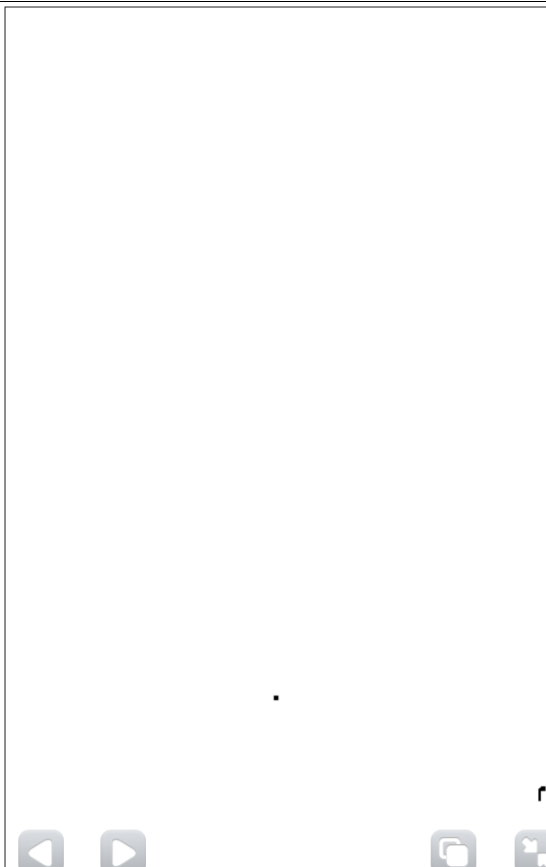
Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos toques con un dedo, de nuevo le da el sentido de que está conforme o ha terminado con lo que hay en la pantalla.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Un solo toque prolongado, por su sencillez y ser una acción común.	

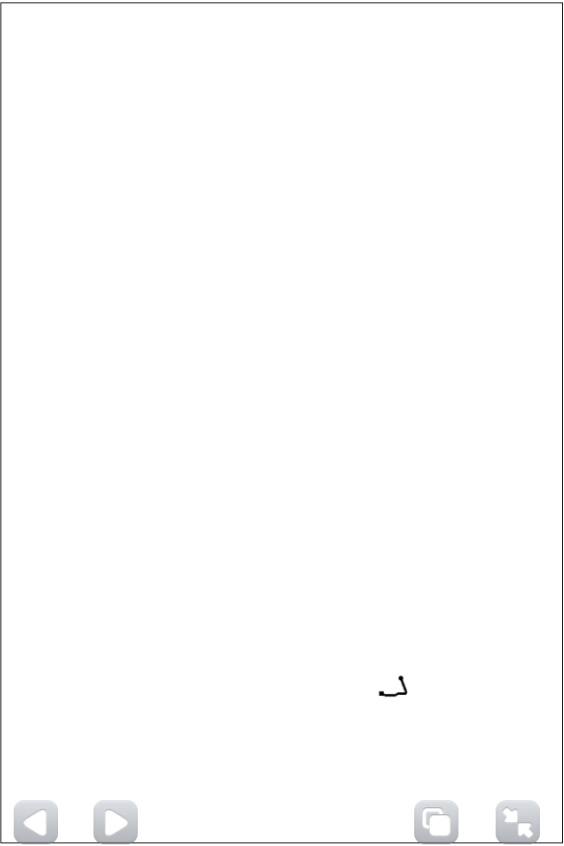
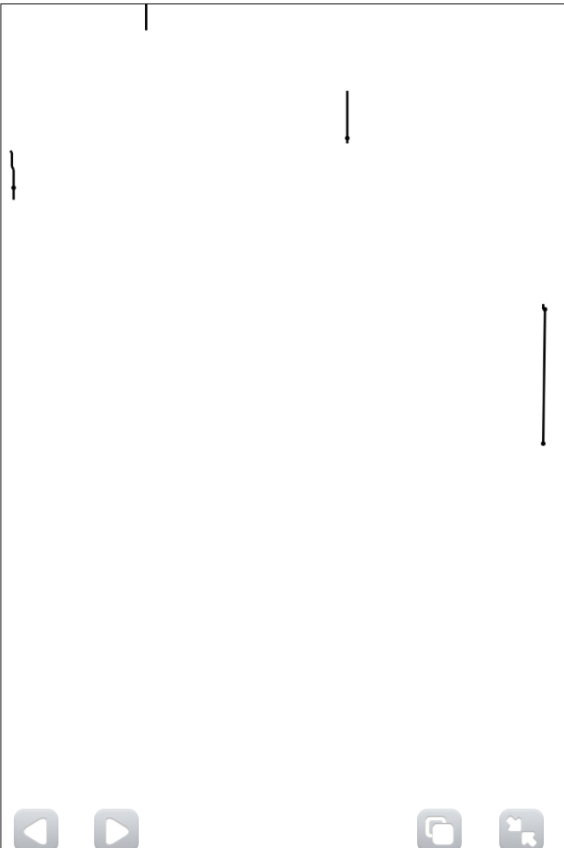
Operación: Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque prolongado en el ángulo superior derecho, donde sitúa el botón de cerrar de las aplicaciones de escritorio.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia la izquierda en la parte superior indicando que quiere regresar hacia atrás porque no acepta.	

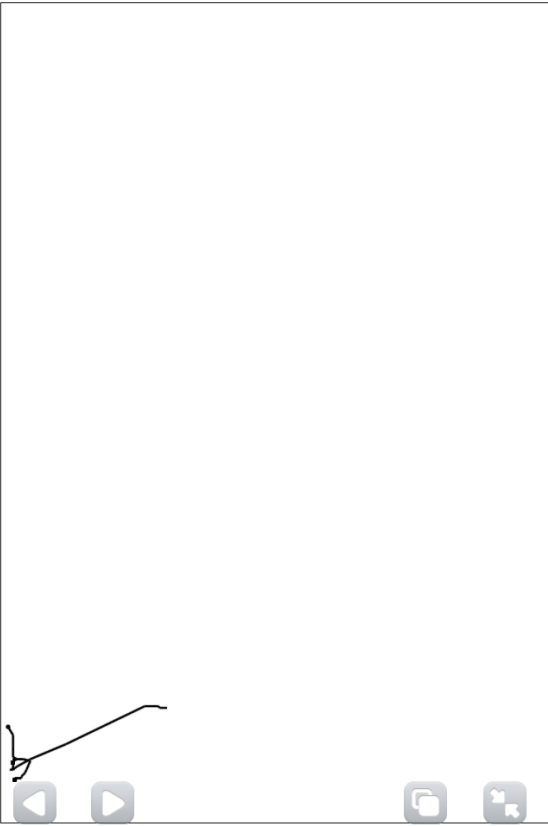
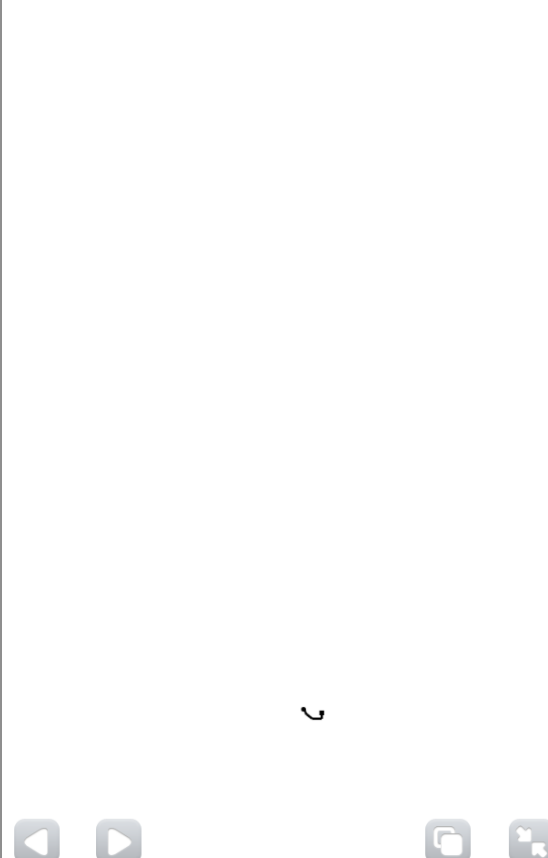
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
Pulsa y mantiene en la parte de abajo hasta seleccionar el objeto y desliza hacia arriba para desplazarle.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Pulsa mantenido donde se sitúa el origen e igualmente en el final para desplazar el objeto.	

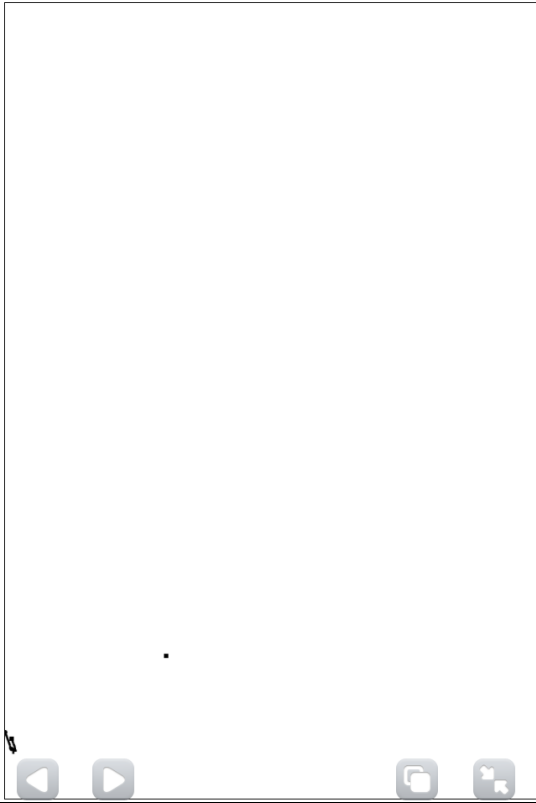

Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque con un solo dedo como el click en el ordenador.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Hace flick hacia la derecha por el sentido de avance que le da.	

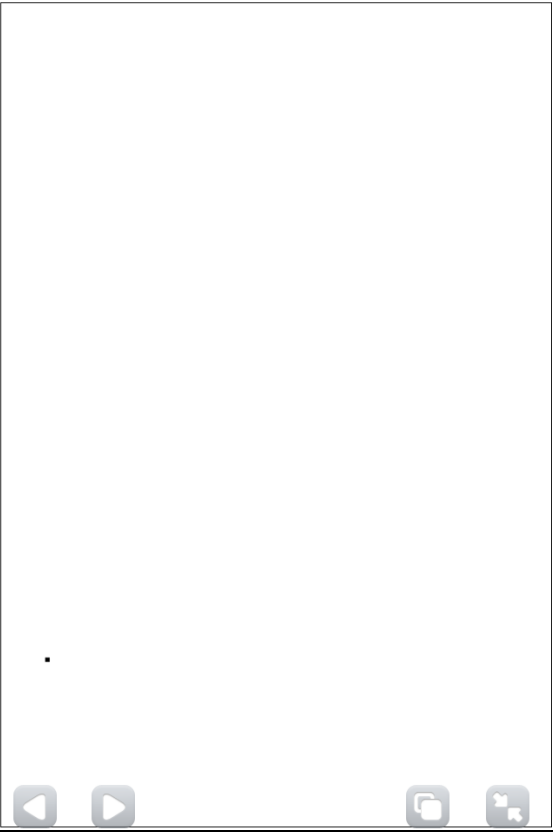
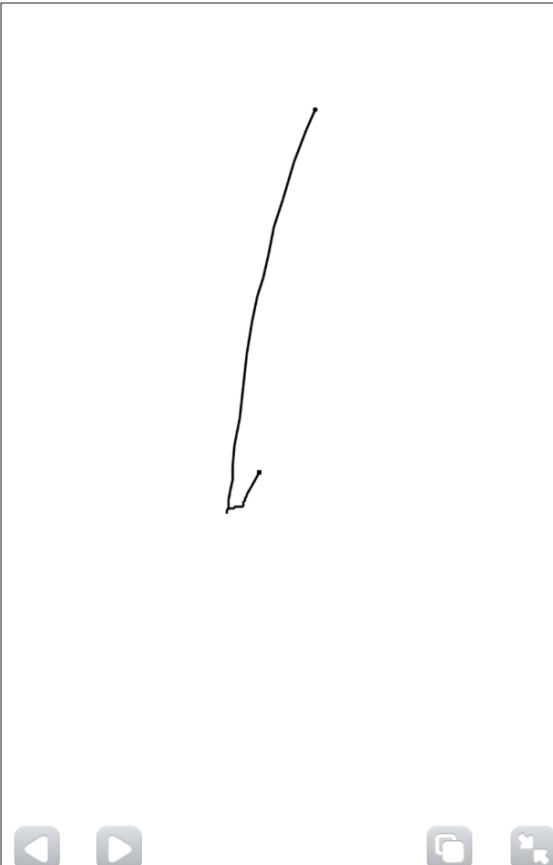
Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Ahora realiza dos toques para indicar que lo que quiere es cerrar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Al contrario que abrir, realiza flick hacia la izquierda para cerrar por el sentido de retroceder.	

Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una posición con dos dedos que asocia al comando Ctrl+C.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo lo mismo pero usando el otro Ctrl del teclado.	

Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque con el índice en la zona inferior derecha porque sitúa ahí el botón de borrar del teclado virtual.	 <p>The screenshot shows a white rectangular area representing a screen. At the bottom, there is a row of four icons: a left arrow, a right arrow, a square with a circle inside, and a square with a circle and a dot inside. A small black tap gesture (a single dot) is located in the bottom right corner of the screen.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
Pone la mano sobre la pantalla –se registran toques dispersos- indicando que quiere quitar el contenido tapándolo.	 <p>The screenshot shows a white rectangular area representing a screen. At the bottom, there is a row of four icons: a left arrow, a right arrow, a square with a circle inside, and a square with a circle and a dot inside. Several black tap gestures (dots) are scattered across the screen: one near the top center, one on the left side, one in the middle right, and one on the far right edge.</p>

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una acción similar a la de copiar, pero esta vez pensando en Ctrl+X, pone los dedos ligeramente más juntos que Ctrl+C	
Comentarios	Imagen gesto 2
Al igual que antes, repite la acción con el otro Ctrl.	

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
De nuevo igual, pero con Ctrl+V	
Comentarios	Imagen gesto 2
Y de nuevo con el otro Ctrl.	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un toque en la esquina inferior izquierda porque sitúa en esa zona el botón tabulador que realiza esa acción en un ordenador.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza flick hacia abajo para pasar al siguiente campo.	

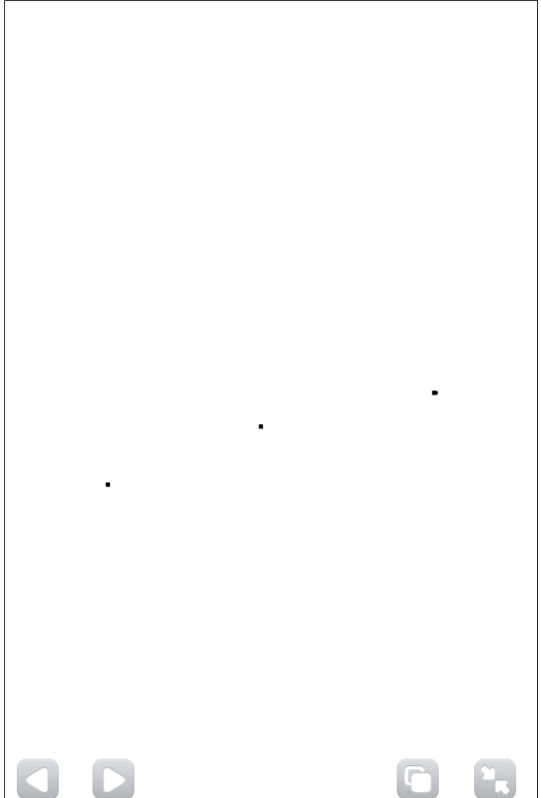
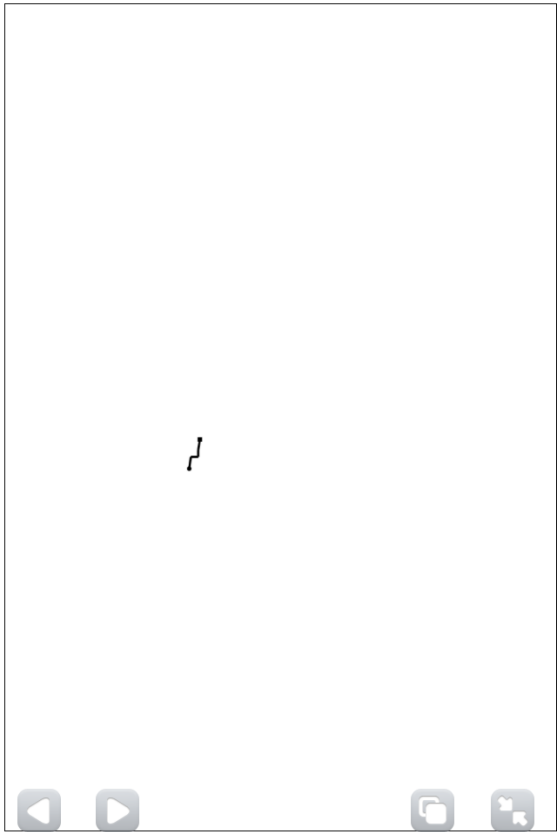
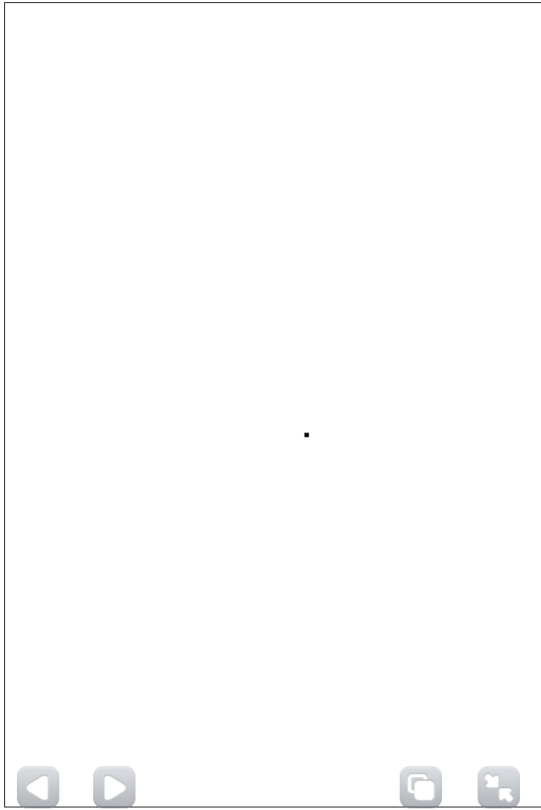
Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Como primera opción pulsaría el botón y no realiza gesto.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un gesto de movimiento que consiste en acercarse el móvil a la oreja.	
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un gesto de movimiento que consiste en dejar el móvil horizontal sobre la mesa.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Da un golpe con tres dedos, como si quisiera cerrar para terminar la llamada.	

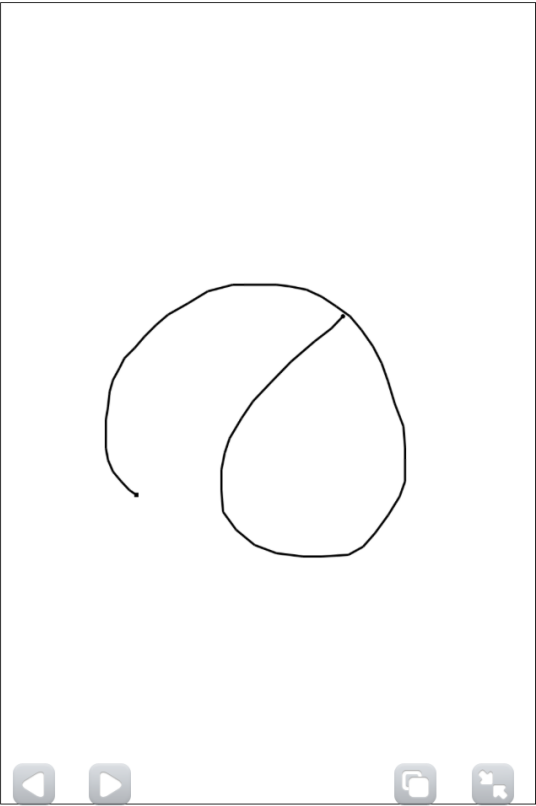
Tabla 14 – Tabla recopilación datos gestos usuario 7

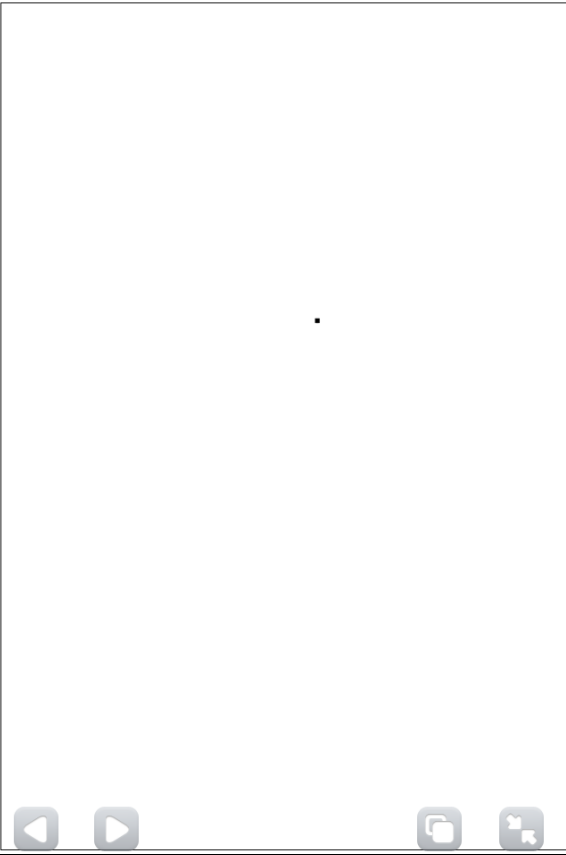
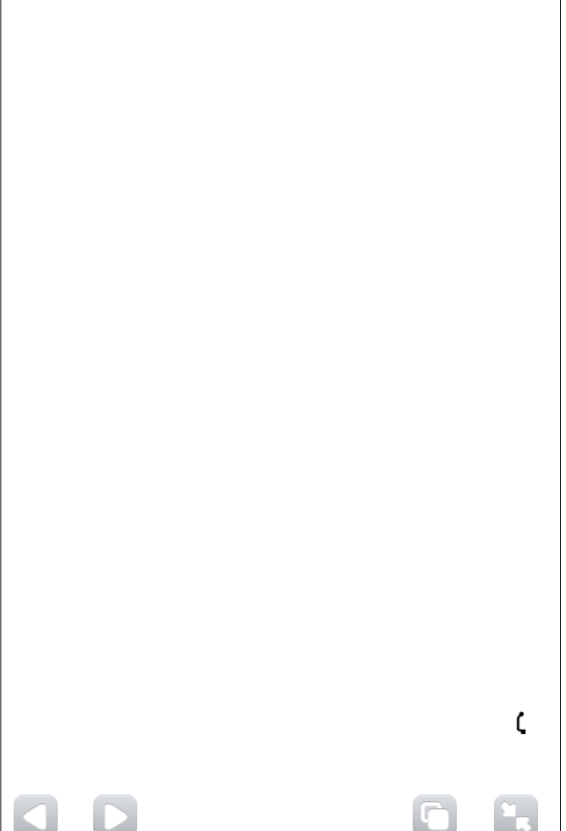
Usuario nº	Edad	Género	Usuario móvil	Usuario tecnología touch	Otras tecnologías	Tipo ceguera	Interesado en avances
8	37	Masculino	Sí (iPhone)	Sí	iPad, iMac	Nacimiento	Sí

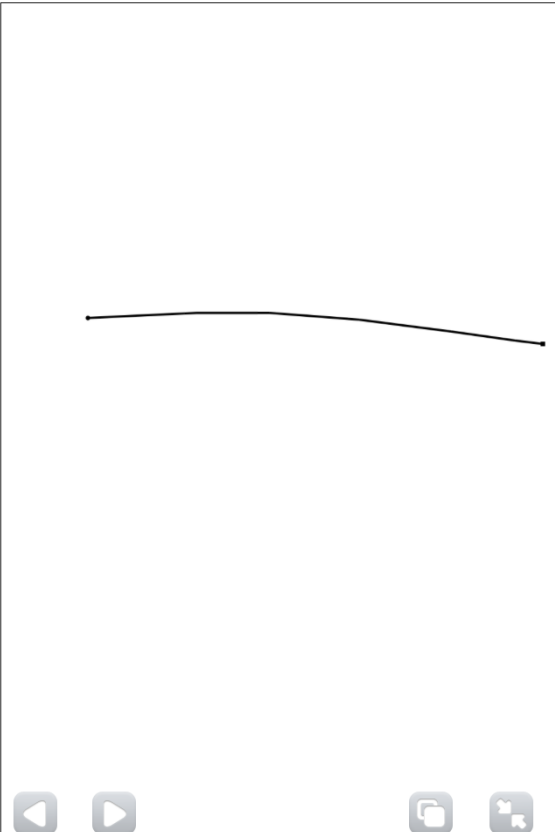
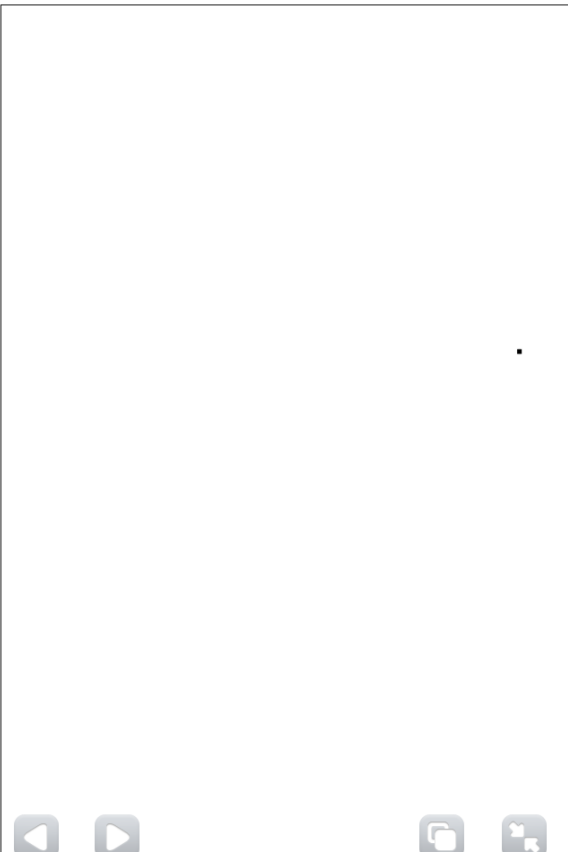
Tabla X – Datos de usuario

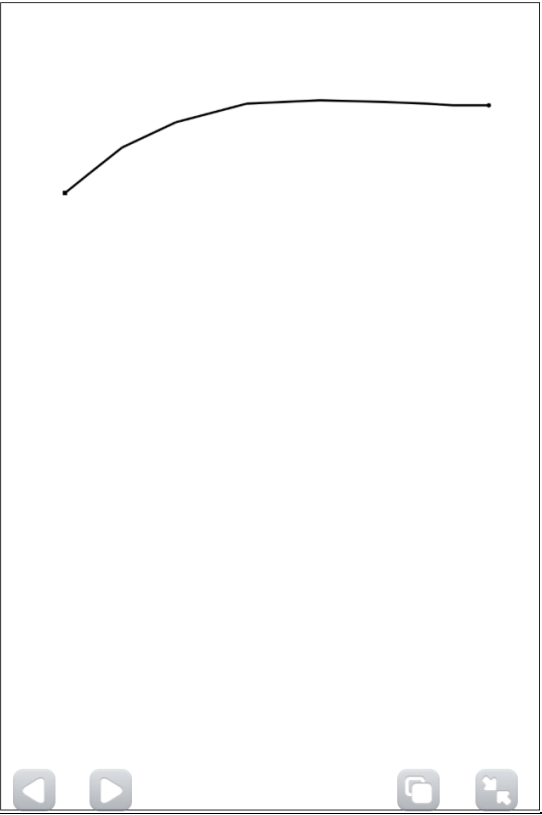
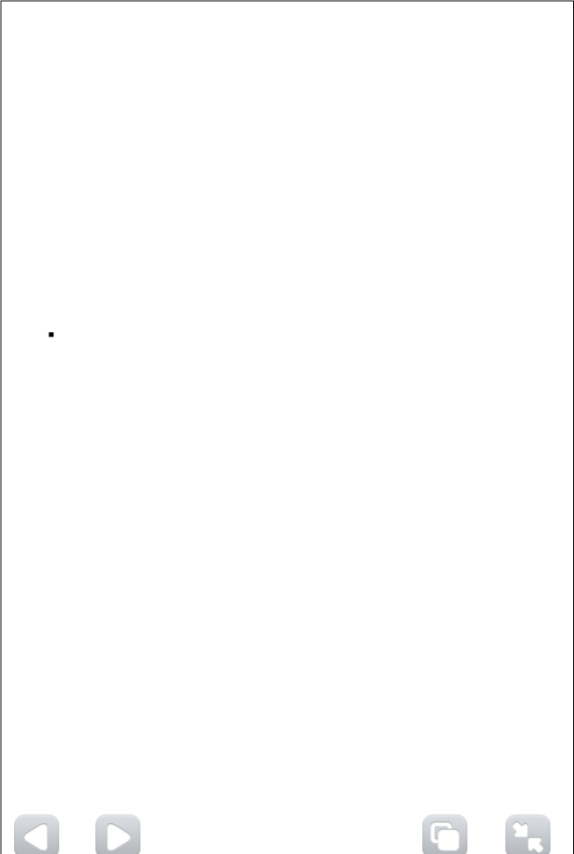
Usuario nº: 1	
Operación: Menú contextual	
Comentarios	Imagen gesto 1
Deja el dedo pulsado esperando que aparezca el menú contextual de la aplicación.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un gesto de movimiento que consiste en un movimiento enérgico hacia la derecha del móvil como rotando para hacer aparecer el menú.	

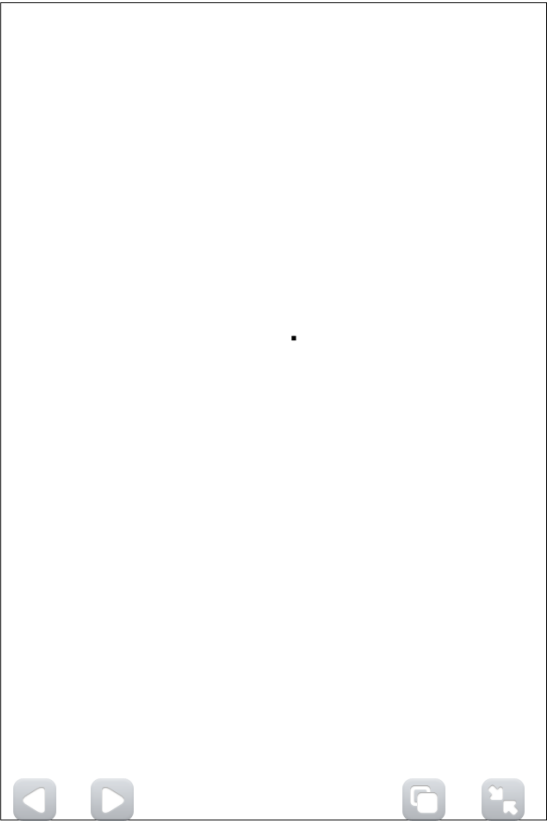
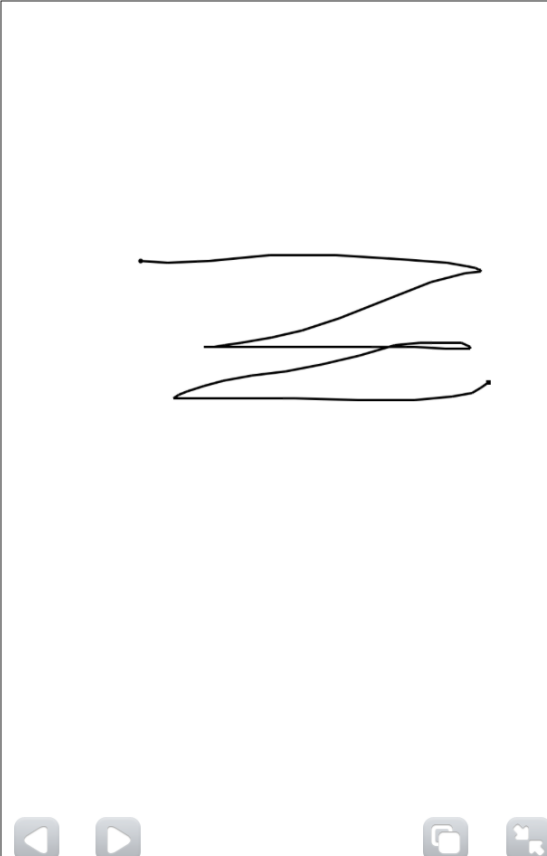
Operación: Ayuda	
Comentarios	Imagen gesto 1
Da dos toques con un dedo, como doble click, esperando la ayuda, lo realiza por su sencillez.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Como segunda opción realiza un gesto de movimiento lateral del móvil, como agitándole para que de ayuda.	

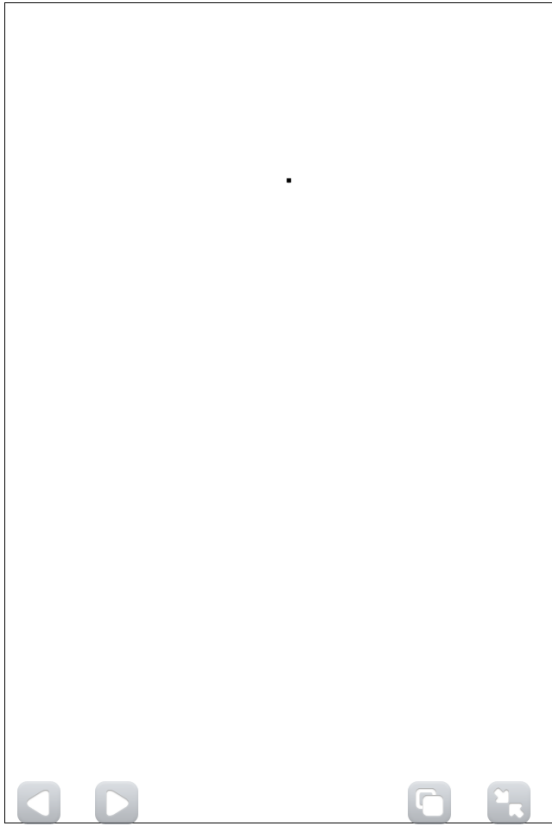

Operación: Deshacer	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza una espiral hacia la izquierda expresando su intención de volver hacia atrás.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un gesto de movimiento que consiste en dos movimientos secos hacia abajo con el móvil como queriendo tirar lo que hay encima para volver a lo anterior.	

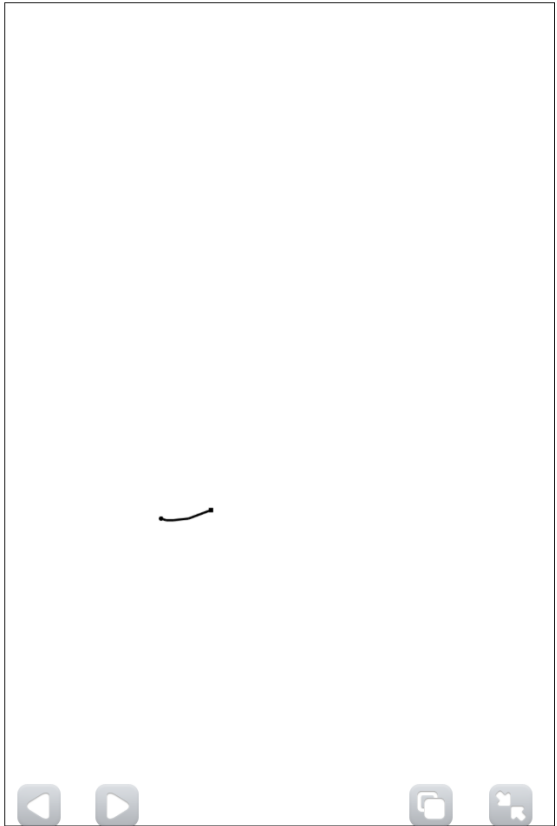
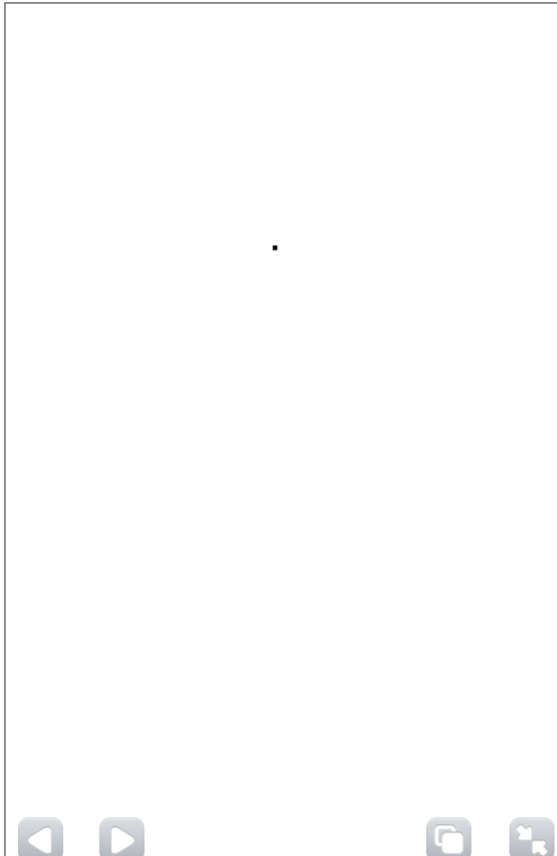
Operación: Cambiar de aplicación	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza dos pulsaciones con un dedo manteniendo la segunda para pasar a la siguiente aplicación.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Da un toque en la esquina inferior derecha porque deja como referencia esa zona para pasar de aplicación, al ser similar a la esquina que usas de la hoja de un libro para pasar de página.	

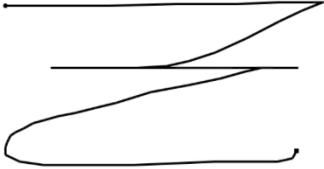

Operación: Siguiente	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la derecha, asocia la derecha con avanzar y positivo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza dos toques rápido con un dedo en la parte derecha.	

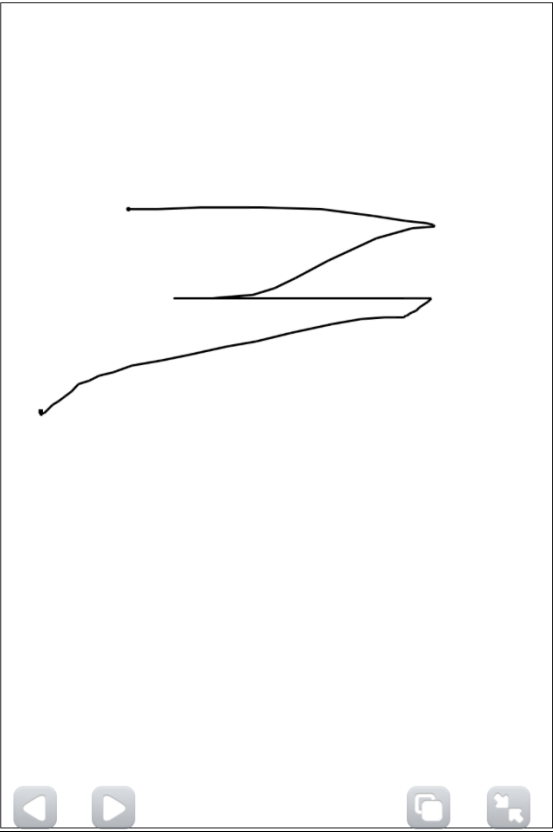
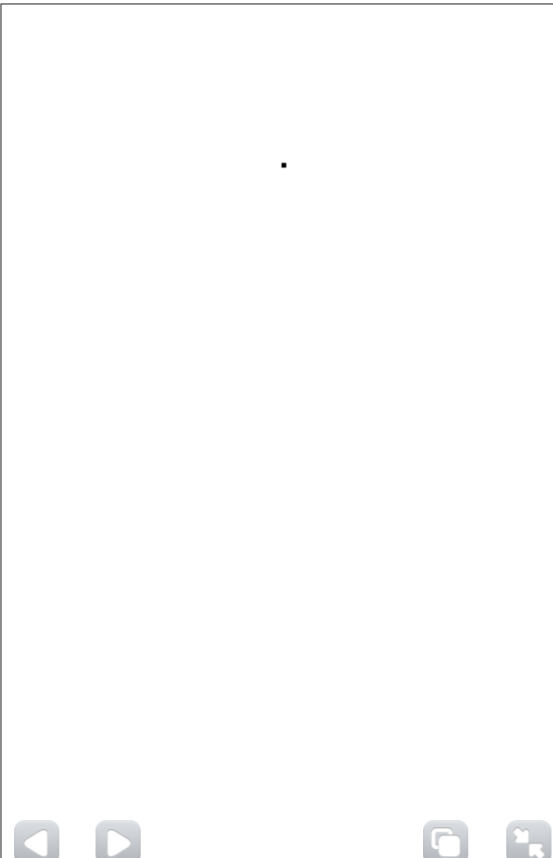
Operación: Anterior	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza flick hacia la izquierda que asocia con retroceder.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo vuelve a usar la referencia espacial y da dos toques rápido en la zona izquierda.	

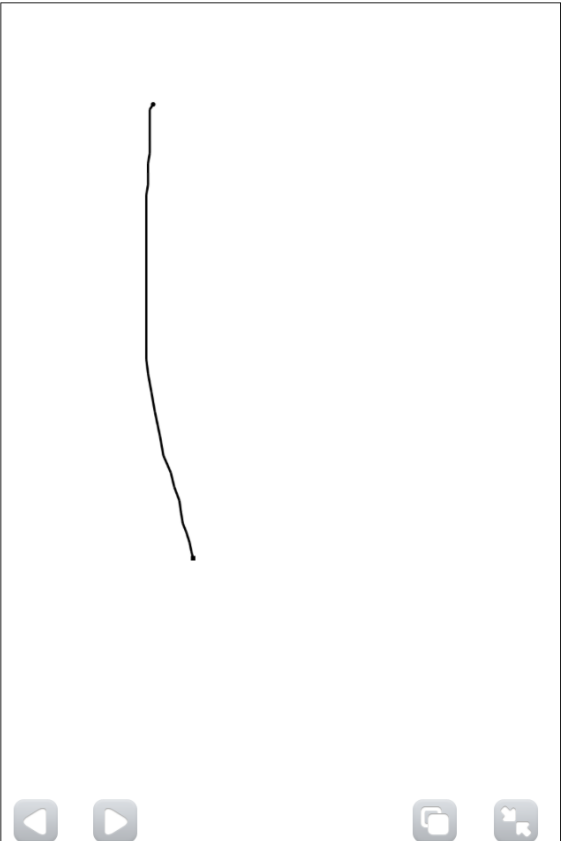
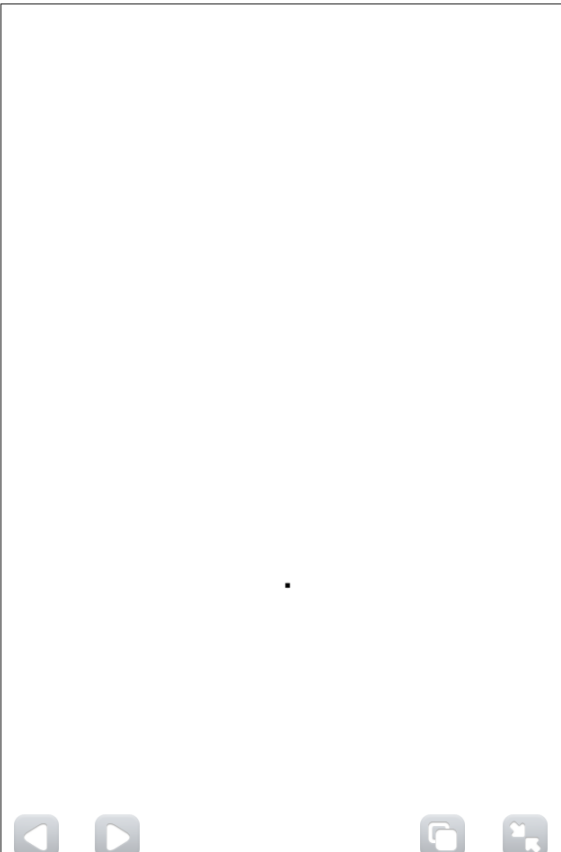
Operación: Aceptar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Para aceptar da tres toques con un dedo para enfatizar la acción.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Como segunda acción repite la misma forma de pensar haciendo flick hacia la derecha tres veces.	


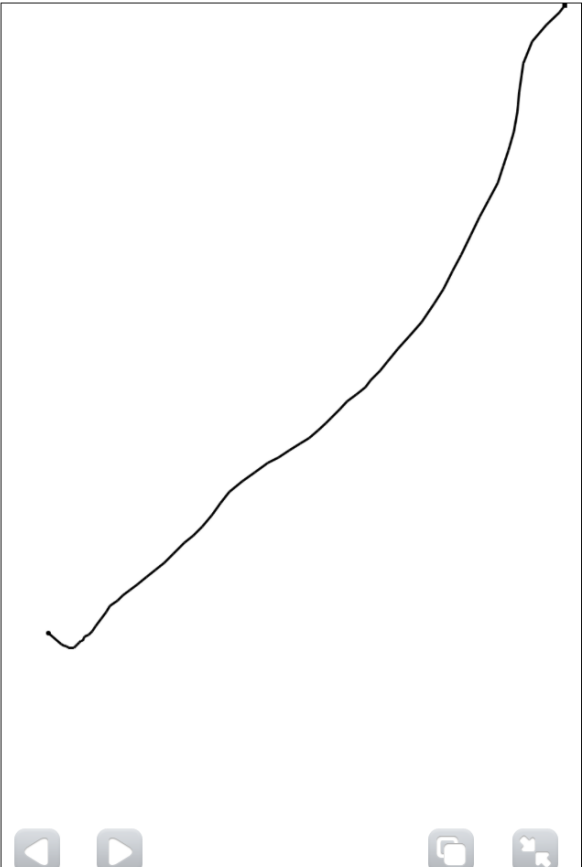
Operación: Rechazar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Guarda similitud con aceptar, para la primera opción da tres toques pero mantiene el último expresando así que es lo contrario que aceptar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo ocurre lo mismo, esta vez realiza dos flick hacia la derecha y el tercero hacia la izquierda expresando que es lo contrario.	

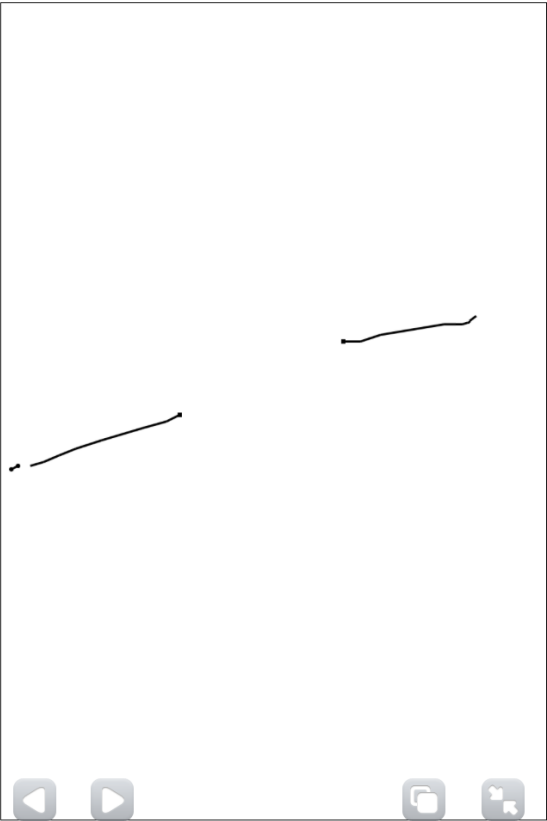
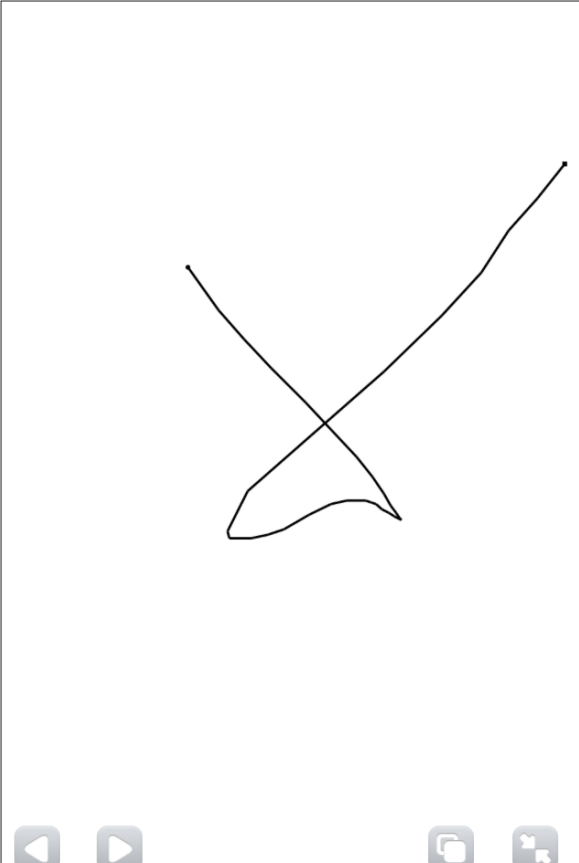
Operación: Mover objeto	
Comentarios	Imagen gesto 1
Pulsa y arrastrar porque le parece lo más intuitivo	
Comentarios	Imagen gesto 2
Mantiene pulsado en el origen y golpea en el destino.	

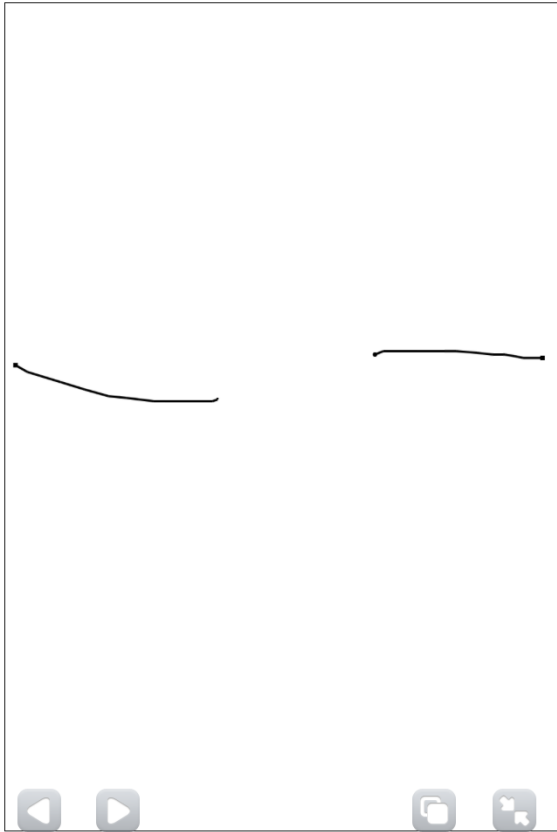
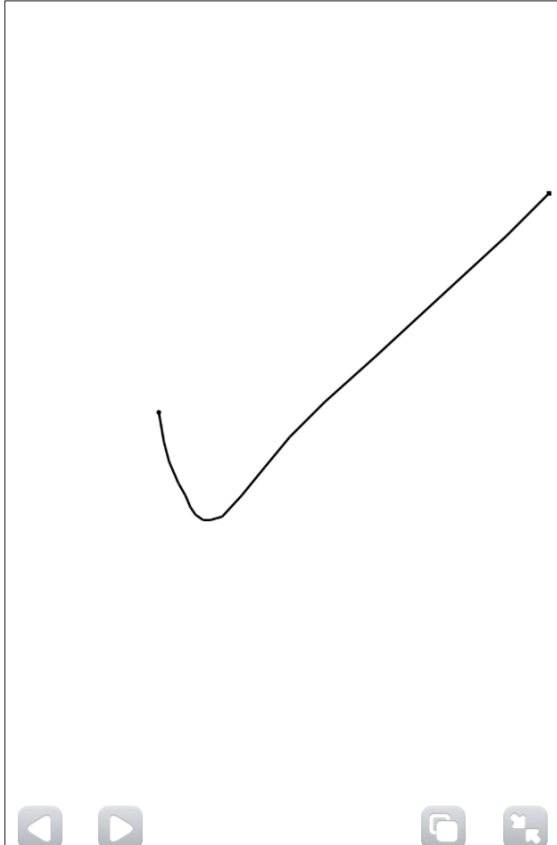
Operación: Abrir	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la misma acción que aceptar. Tres flick hacia la derecha.	 <p>Diagrama de un gesto de tres flicks hacia la derecha. Se muestran tres líneas horizontales. La línea superior y la inferior son rectas. La línea del medio comienza recta y luego se curva hacia la derecha, formando una 'Z' invertida. Debajo del diagrama hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una pantalla con una flecha hacia fuera, y un icono de una pantalla con una flecha hacia dentro.</p>
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo igual. Tres toques con un dedo.	 <p>Diagrama de un gesto de tres toques con un dedo. Se muestra un único punto centralizado en la parte superior de la pantalla. Debajo del diagrama hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una pantalla con una flecha hacia fuera, y un icono de una pantalla con una flecha hacia dentro.</p>

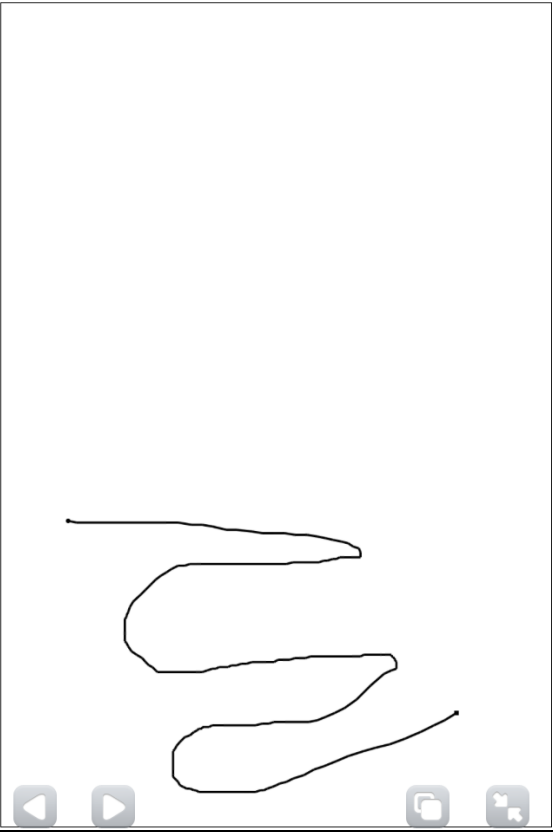
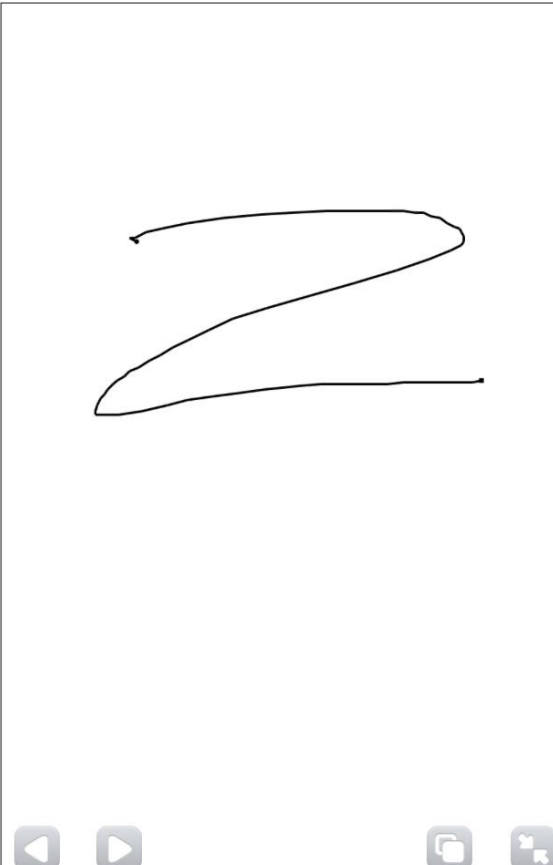
Operación: Cerrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza la misma acción que rechazar. Dos flick hacia la derecha y uno hacia la izquierda.	
Comentarios	Imagen gesto 2
De nuevo igual. Tres toques y el último mantenido.	

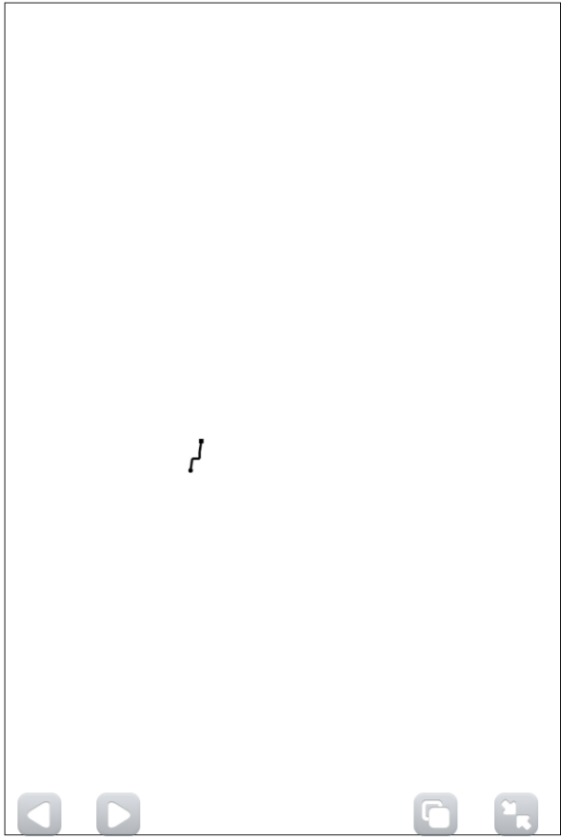
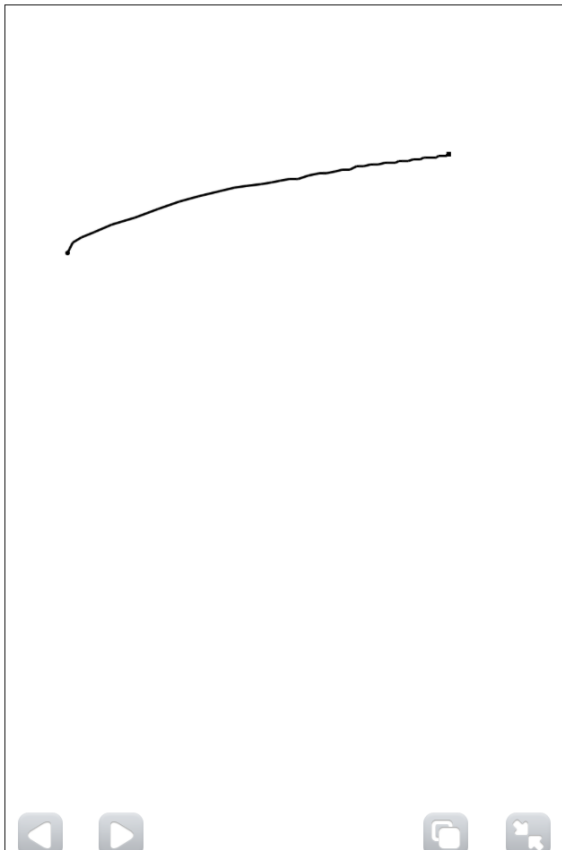
Operación: Copiar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Mantiene pulsado y arrastra pensando en que la zona de pegado está en la misma página.	 A screenshot of a mobile application interface. It features a large white rectangular area for a gesture. A single, slightly wavy vertical line is drawn in the center of this area, starting from the top and ending near the bottom. At the bottom of the screen, there is a navigation bar with four icons: a left-pointing triangle, a right-pointing triangle, a square with a document icon, and a square with a magnifying glass icon.
Comentarios	Imagen gesto 2
Da tres toques con un dedo para copiarlo.	 A screenshot of the same mobile application interface. The large white rectangular area now contains a single small black dot in the center. The navigation bar at the bottom remains the same, with the four icons: left-pointing triangle, right-pointing triangle, square with a document icon, and square with a magnifying glass icon.

Operación: Borrar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Pasa dos dedos por la pantalla como si fueran una coma de borrar.	 Una imagen que muestra un gesto de borrado en forma de coma. El gesto comienza con una línea horizontal hacia la izquierda, seguida de una curva hacia abajo y a la derecha, terminando en una pequeña 'comilla' o 'coma' que apunta hacia abajo. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de navegación con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una hoja y un icono de una flecha hacia arriba.
Comentarios	Imagen gesto 2
Hace flick hacia la derecha como si empujara fuera de la pantalla lo que quiere eliminar.	 Una imagen que muestra un gesto de borrado en forma de flick hacia la derecha. El gesto comienza con una línea curva que se extiende desde la parte inferior izquierda hacia la parte superior derecha, terminando en una pequeña 'comilla' o 'coma' que apunta hacia arriba. En la parte inferior de la imagen, hay una barra de navegación con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una hoja y un icono de una flecha hacia arriba.

Operación: Cortar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Junta dos dedos como pellizcando para llevarse lo que quiere.	 El diagrama muestra un gesto de pellizco en un espacio rectangular. Dos líneas negras representan los dedos, una en la parte superior derecha y otra en la parte inferior izquierda, ambas curvadas hacia el centro como si se estuviera pellizcando. En la parte inferior del recuadro, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una red.
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza una equis como expresando el hecho de cortar.	 El diagrama muestra un gesto en forma de 'X' en un espacio rectangular. Dos líneas negras se cruzan en el centro. Una línea comienza en la parte superior izquierda y termina en la parte inferior derecha, mientras que la otra comienza en la parte superior derecha y termina en la parte inferior izquierda. En la parte inferior del recuadro, hay una barra de control con cuatro iconos: un triángulo hacia la izquierda, un triángulo hacia la derecha, un icono de una carpeta y un icono de una red.

Operación: Pegar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza lo contrario que cortar, separa dos dedos, realizando zoom out.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Como había hecho una equis para cortar, ahora realiza un gesto similar al visto para pegar.	

Operación: Seleccionar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Pulsa en el origen de la selección y se va desplazando por donde quiere seleccionar.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Subraya dos veces e indica el comienzo y el final.	

Operación: Cambiar campo de entrada	
Comentarios	Imagen gesto 1
Da un toque para expresar que ha terminado y pasa al siguiente campo.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Hace flick hacia la derecha con un dedo para expresar la intención de avanzar al siguiente campo.	

Operación: Descolgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza un gesto de movimiento y acerca el móvil a la oreja	
Comentarios	Imagen gesto 2
Realiza un gesto de movimiento en el que pone el móvil boca abajo y lo gira boca arriba rápidamente.	
Operación: Colgar	
Comentarios	Imagen gesto 1
Realiza los movimientos opuestos, se aleja el móvil de la oreja.	
Comentarios	Imagen gesto 2
Le da la vuelta rápidamente y le pone boca abajo.	

Tabla 16 – Tabla recopilación datos gestos usuario 8

9. Referencias

- ¹ Industrial Revolution, Wikipedia - http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution
- ² Era de la información, Wikipedia - http://es.wikipedia.org/wiki/Era_de_la_informaci%C3%B3n
- ³ Primera Guerra Mundial, Wikipedia - http://es.wikipedia.org/wiki/Primera_Guerra_Mundial
- ⁴ Segunda Guerra Mundial, Wikipedia - http://es.wikipedia.org/wiki/Segunda_Guerra_Mundial
- ⁵ Staff Reporter, 15 Octubre 1965, "Desk-Top Size Computer is being sold by Olivetti for first time in U.S", Wall Street Journal.
- ⁶ Gartner e International Data Corporation, 24 Agosto 2012, "Computer Sales Statistics", Statistic Brain - <http://www.statisticbrain.com/computer-sales-statistics/>
- ⁷ Telefonía móvil, Wikipedia - http://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_m%C3%B3vil
- ⁸ Real Decreto Legislativo 1/2013, 29 Noviembre 2013, BOE.
- ⁹ Ley 26/2011, 1 Agosto 2011, BOE.
- ¹⁰ Real Decreto 1494/2007, 12 Noviembre 2007, BOE.
- ¹¹ Ley 51/2003, 2 Diciembre 2003, BOE.
- ¹² Ley 34/2002, 11 Julio 2002, BOE.
- ¹³ Shaun K. Kane, Jacob O. Wobbrock, Richar E. Ladner, 7 Mayo 2011, "Usable Gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance", CHI 2011.
- ¹⁴ RAE, Tiflotecnología, Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua 23ª Edición - <http://lema.rae.es/drae/?val=tiflotecnolog%C3%ADa>
- ¹⁵ Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica, Catálogo, ONCE - <http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=5>
- ¹⁶ Microsoft, "Hear text read aloud with Narrator", Support pages Microsoft - <http://windows.microsoft.com/en-us/windows/hear-text-read-aloud-narrator#1TC=windows-7>
- ¹⁷ Apple, "VoiceOver for OS X. A feature that speaks for itself", Accesibility Page Apple Web - <https://www.apple.com/accessibility/osx/voiceover/>
- ¹⁸ "Orca", Gnome Wiki - <https://wiki.gnome.org/action/show/Projects/Orca?action=show&redirect=Orca>
- ¹⁹ NVDA, NonVisual Desktop Access, Official WebPage - <http://www.nvaccess.org/about/nvda-features/>

- ²⁰ Freedom Scientific, “Blindess Solutions JAWS: Job Access With Speech”, Product Pages Freedom Scientific - <http://www.freedomscientific.com/Products/Blindness/Jaws>
- ²¹ Lector de pantalla, Wikipedia - http://es.wikipedia.org/wiki/Lector_de_pantalla
- ²² Google Inc., 17 Septiembre 2014, Google Talkback, Google Play - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback&hl=en>
- ²³ Gabriele Di Chiara, Luca Paolino, Marco Romano, Monica Sebillio, Genny Tortora, Giuliana Vitiello, 2011, “The Framy User Interface for Visually-Impaired Users”, IEEE.
- ²⁴ Organización Nacional de Ciegos Españoles, ONCE - <http://www.once.es/new>
- ²⁵ Premio Príncipe de Asturias de la Concordia 2013, Fundación Príncipe de Asturias - <http://www.fpa.es/es/premios-principe-de-asturias/premiados/2013-organizacion-nacional-de-ciegos-espanoles-once.html?especifica=0>
- ²⁶ Tiflotecnología, ONCE - <http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/tecnologias-de-la-informacion-y-de-la-comunicacion/tiflotecnologia>
- ²⁷ Ley Orgánica 15/1999, 13 Diciembre 1999, de Protección de Datos de Carácter Personal, BOE - <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1999-23750>
- ²⁸ Web Storage, W3C - <http://www.w3.org/TR/webstorage/>
- ²⁹ Sinead Carew, 10 Enero 2009, “CES: Stevie Wonder pushes for gadgets for blind”, REUTERS - <http://blogs.reuters.com/mediafile/2009/01/10/ces-stevie-wonder-pushes-for-gadgets-for-blind/>
- ³⁰ Crisis económica de 2008-2014, Wikipedia – http://es.wikipedia.org/wiki/Crisis_económica_de_2008-2014
- ³¹ Rescate financiero, Wikipedia – http://es.wikipedia.org/wiki/Rescate_financiero
- ³² Desempleo en España, Datos Macro – <http://www.datosmacro.com/paro/espana>
- ³³ EFE, 27 Mayo 2014, “Uno de cada cinco españoles vive por debajo del umbral de la pobreza”, El Mundo - <http://www.elmundo.es/espana/2014/05/27/53845a75e2704ed65d8b4576.html>
- ³⁴ Compañía Startup, Wikipedia – <http://es.wikipedia.org/wiki/Startup>
- ³⁵ Gobierno de España, Fondos Europeos, I+D+i – <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.6f2062042f6a5bc43b3f6810d14041a0/?vgnnextoid=bdf38a9d84518210VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Todos los enlaces han sido comprobados a fecha de 24 de septiembre de 2014.